

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

LIBEREC 2012

ONDŘEJ STANICKÝ

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ



Studijní program: N3108 Průmyslový management

Studijní obor: 3106T013 Management jakosti

**UŽIVATELSKÉ A ZPRACOVATELSKÉ
VLASTNOSTI POTAHOVÝCH MATERIÁLŮ
USER AND PROCESSING CHARACTERISTICS
OF UPHOLSTERY FABRICS**

Ondřej Stanický

KHT-154

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Hana Pařilová Ph.D.

Rozsah práce:

Počet stran textu....67

Počet obrázků15

Počet tabulek.....17

Počet grafů.....8

Počet stran příloh..27

Zadání bakalářské práce

(vložit originál)

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

Datum: 4.5.2012

Podpis:

PODĚKOVÁNÍ

Chtěl bych poděkovat své vedoucí diplomové práce paní Ing. Haně Pařilové Ph.D. za odbornou a vědeckou pomoc při zpracování mé diplomové práce.

Zvláštní poděkování patří Ing. Maroši Tunákovi Ph.D. za odborné rady při zpracovávání experimentální části diplomové práce.

Děkuji také firmě Aksamite s.r.o. Liderovice za vstřícnost a poskytnuté materiály.

Člověk, který se z velké části podílel na vývoji měřícího zařízení, byl Pan Inženýr Vladimír Volek. Tímto mu děkuji.

V neposlední řadě děkuji své rodině za jejich psychickou a materiální podporu.

ANOTACE

Cílem této diplomové práce je navrhnout a otestovat jednoduché zařízení pro měření požadovaných parametrů potahových textilií v provozu.

V první části práce je popsána problematika firmy Aksamite s.r.o. Liderovice a obecně rozebrána problematika potahování čalouněného nábytku.

V experimentální části jsou provedeny normované zkoušky pevnosti a tažnosti a vyrobeno jednoduché měřicí zařízení pro měření v provozu.

Poslední část práce je zaměřena na porovnání a vyhodnocení naměřených hodnot s ohledem na funkčnost jednoduchého měřicího zařízení.

KLÍČOVÁ SLOVA:

Potahová textilie, tažnost, pevnost, jednoduché měřicí zařízení, normované zkoušky

ANNOTATION

The aim of this Diploma work is to project and test simple device for measuring the required parameters of upholstery fabrics in operation.

The first part describes the problem of Aksamite Company Ltd. Liderovice and generally analyzes the problem of covering upholstered furniture.

In the experimental part are performed standardized tests of strength and ductility, and made a simple measuring device for measuring in operation.

The last part focuses on the comparison and evaluation of measured values with regard to the functionality of a simple measuring device.

KEY WORDS:

Upholstery textiles, ductility, strength, simple measuring device, standardized tests

OBSAH

1. ÚVOD.....	9
2. FIRMA AKSAMITE S.R.O. LIDEROVICE	10
3. PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU PROBLEMATIKY.....	11
4. CHARAKTERISTIKA ČALOUNĚNÉHO NÁBYTKU	12
4.1 SKLADBA VRSTEV V ČALOUNĚNÉM NÁBYTKU	12
5. VÝROBA ČALOUNĚNÉHO NÁBYTKU.....	15
5.1 DĚLÍCÍ PROCES POTAHOVÝCH TEXTILIÍ A SYNTETICKÝCH USNÍ.....	16
5.1.1 Vypracování stříhového plánu.....	17
5.1.2 Kontrola potahových textilií.....	18
5.1.3 Vrstvení textilií a syntetických usní	18
5.1.4 Značení stříhové linie	19
5.1.5 Dělení textilií a syntetických usní	20
5.2 POTAHOVÁNÍ ČALOUNĚNÉHO NÁBYTKU	20
6. METODY TESTOVÁNÍ PEVNOSTI A PRUŽNOSTI	22
6.1 METODA STRIP	22
6.2 METODA GRAB	25
6.3 VYBRANÉ MECHANICKÉ VLASTNOSTI POTAHOVÝCH TEXTILIÍ	27
7. NORMOVANÉ ZKOUŠKY	28
7.1 CHARAKTERISTIKA MĚŘENÝCH MATERIÁLŮ.....	29
7.2 VYHODNOCENÍ NORMOVANÝCH ZKOUŠEK.....	34
7.3 ZÁVĚRY Z NORMOVANÝCH ZKOUŠEK.....	40
8. NÁVRH JEDNODUCHÉHO TESTOVACÍHO ZAŘÍZENÍ	42
8.1 POPIS JEDNODUCHÉHO TESTOVACÍHO ZAŘÍZENÍ.....	43
8.2 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ	45
8.2 MANIPULACE.....	46
8.3 VYHODNOCENÍ MĚŘENÍ NA JEDNODUCHÉM TESTOVACÍM ZAŘÍZENÍ .	48
8.3.1 Použité metody vyhodnocení.....	48
8.3.2 Vyhodnocení T-testů	53
8.3.3 Vyhodnocení analýzy rozptylu dvojného třídění (Two-way ANOVA)	59
9. ZÁVĚR.....	64

Seznam zkratk a symbolů

tzn.	to znamená
apod.	a podobně
atd.	a tak dále
resp.	respektive
mm	milimetr
N	Newton, jednotka síly
π	pí, Ludolfovo číslo
Σ	suma, součet všech hodnot
č.	číslo
kg	kilogram
PUR	polyuretan
CAD	computer-aided design, česky počítačem podporované projektování
m	metr
s	sekunda, rozptyl
ε	ypsilon, tažnost
\pm	plus mínus
cm	centimetr
g	gram
H_0	nulová hypotéza
s^2	směrodatná odchylka
σ^2	směrodatná odchylka
μ	střední hodnota
α	alfa, hladina významnosti
l	délka v milimetrech
S	plocha pístu
Kč	Korun českých
F	síla
tis.	tisíc

1. ÚVOD

Jedním z určujících faktorů v rozhodování o koupi výrobku je u zákazníka mimo ceny také především kvalita a funkčnost nabízeného zboží. Nároky kladené na výrobce jsou čím dál tím vyšší, a to nutí firmy zkvalitňovat a zefektivňovat výrobu. Ne jinak tomu je i ve firmách zabývajících se výrobou čalouněného nábytku. Odhalení nedostatků ve výrobě, analýza a jejich náprava většinou pomůžou společnosti účinněji vynakládat finanční prostředky, zkrátit čas produkce a vyvarovat se tvorbě kazového zboží.

Cestou zefektivnění výroby se vydala i firma Aksamite s.r.o. Liderovice, která se zabývá výrobou čalouněného nábytku, zejména kusovou výrobou sedacích souprav. Hlavním cílem této práce je navrhnout a otestovat jednoduché zařízení pro měření požadovaných parametrů potahových textilií v provozu a jeho funkčnost následně ověřit porovnáním naměřených hodnot s výsledky normovaných zkoušek. V teoretické části práce je provedena rešerše odborné literatury a stávajících norem týkajících se problematiky čalouněného nábytku. Následně je charakterizována problematika zpracování potahových textilií ve firmě Aksamite s.r.o., kdy u některých typů sedacích souprav dochází běžným užíváním k nežádoucímu zvlnění vrchní textilie. Pro snadnější orientaci v problematice namáhání potahových materiálů je v této části také podrobněji rozebrána skladba vrstev čalouněného nábytku, dělicí proces potahových textilií a jejich převážně mechanické vlastnosti s ohledem na výrobní proces ve firmě Aksamite s.r.o.

V experimentální části práce jsou stanoveny dva základní cíle. Prvním cílem je provést vybrané zkoušky na dodaných potahových textiliích za použití normovaného měřicího zařízení a podle odpovídajícího normovaného postupu. Výsledky z tohoto měření slouží ke stanovení parametrů a nastavení mechaniky zkoušení požadovaného jednoduchého měřicího zařízení. Získaná data jsou dále využívána k porovnání průběhu měření a mechanických vlastností u různých typů potahových textilií. Druhým cílem experimentální části je vytvořit jednoduché zařízení pro orientační zkoušky v provozu a funkčnost ověřit měřením a vyhodnocením naměřených hodnot. Návrh je zde tvořen s ohledem na požadavky firmy a také s přihlédnutím k výsledkům výše zmiňovaných normovaných zkoušek. Následně je v tomto oddílu měřicí zařízení řádně popsáno, vysvětlena manipulace s ním a nastavena mechanika zkoušení. Z důvodů ověření funkčnosti přístroje a validity získaných hodnot jsou naměřená data porovnávána s výsledky normovaných zkoušek. V závěru práce jsou presentovány výsledky experimentu a ekonomické zhodnocení měřicího zařízení.

2. FIRMA AKSAMITE S.R.O. LIDEROVICE

Společnost Aksamite s.r.o. je významným českým výrobcem sedacích souprav. Na českém trhu působí od roku 1992. Díky odbornému vedení firmy se postupně značka Aksamite začala dostávat do povědomí nejen českých prodejců a zákazníků. Rok co rok přicházejí na trh nové modely sedacích souprav, které se pyšní módními trendy a bezchybným ručním zpracováním.



Obrázek č. 1 - Výrobní závod
firmy Aksamite s.r.o.

Nadšení zákazníků vedlo v roce 2000 k rozhodnutí rozšířit výrobní prostory o novou halu, která umožňuje ještě kvalitnější služby klientům a dopřává místním zaměstnancům odpovídající zázemí. Následně byly prodávané sedací soupravy doplněny o konferenční stolky a postelové matrace. Po vzniku sesterské firmy A-SOFT pak ještě o sektorové skříně a masivní bukové postele.

Firma Aksamite s.r.o. je zakládajícím členem Cechu čalouníků a dekoratérů, Asociace českých nábytkářů a Klastru českých nábytkářů.[10]

Sortiment

Do sortimentu firmy Aksamite patří zejména sedací soupravy všech druhů. Od roku 2000 se nabídka rozšířila o konferenční stolky, postelové matrace, sektorové skříně a masivní bukové postele.

- Sedací soupravy
- Konferenční stolky
- Postelové matrace
- Masivní bukové postele



Obrázek č. 2 - Sedací
souprava firmy Aksamite

Problematika

V posledních letech má firma Aksamite starosti s nastavením přesných parametrů pro vyřezávání potahových materiálů, které jsou dále používány k výrobě čalouněného

nábytku. Hlavním problémem je určení vhodné velikosti stříhových dílců u některých typů materiálů, z čehož následně pramení nedostatečné napnutí potahové textilie na finálním výrobku. Po opakovaném použití nábytku dochází k nežádoucímu zvlnění potahových textilií.

Jelikož distributor resp. výrobce ne vždy uvádí informace o tažnosti a pevnosti dodávaných materiálů, je firma Aksamite u těchto materiálů odkázána na odhad mechanických vlastností. Příprava stříhových dílců tak vychází především z praxe, a ne z potřebných vstupních parametrů textilií. Způsob tvorby stříhových šablon pomocí stříhačského softwaru dává prostor pro přesné nastavení rozměrů stříhových dílců. Program dokáže zohlednit všechny vložené parametry a následně implementovat do výroby požadované velikosti. Primárním cílem, po dohodě s technologem firmy Aksamite, je tedy najít jednoduché měřicí zařízení pro měření požadovaných vlastností (pevnost nebo tažnost) v provozu.



Obrázek č. 3 - Sklad potahových textilií ve firmě

3. PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU PROBLEMATIKY

Problematika nastavení přesných parametrů pro aplikaci v programu na vyřezávání stříhových dílů v provozu vychází především ze znalosti vybraných mechanických vlastností použitých potahových textilií a také s technikou potahování čalouněného nábytku. Jedná se především o pevnost resp. tažnost materiálů, které určují sílu napnutí na finální výrobek. Schopnost měřit základní mechanické parametry v provozu může výrobu zefektivnit a zrychlit. Normovaná měřicí zařízení jsou však dnes v této oblasti nákladná a proto využití jednodušších a méně finančně náročných metod měření v provozu umožňuje výrobcům vylepšit své produkční možnosti bez větších nákladů.

Problematikou měření základních mechanických vlastností a terminologií v oblasti potahových textilií se zabývá norma ČSN EN 14465 – *Textilie-Potahové textilie-Specifikace a metody zkoušení*.

Základem pro porovnání funkčnosti jednoduchého zařízení a normovaného zkoušecího zařízení jsou normou stanovené postupy měření tažnosti a pevnosti potahových textilií.

Metody pro měření tažnosti a pevnosti na normovaném zařízení jsou popsány v normě ČSN EN ISO 13934-1 *Textilie – Tahové vlastnosti plošných textilií Část 1: Zjišťování maximální síly a tažnosti při maximální síle pomocí metody Strip* a normě ČSN EN ISO 13934-2 *Textilie – Tahové vlastnosti plošných textilií Část 2: Zjišťování maximální síly pomocí metody Grab*.

Faktorem ovlivňující napnutí potahové textilie na finálním výrobku je technika potahování čalouněného nábytku. Potahování vytvarovaných čalouněných polotovarů je jednou ze závěrečných operací čalounění. Úroveň potahování ovlivňuje významně estetický vzhled a mechanické vlastnosti finálního výrobku (*Uhlíř a Vlasák 1997*).

Výrobou a trendy v oblasti čalouněného nábytku se zabývá časopis *Drevo* a časopis *Nábytek*. Jejich rešerší nebyly zjištěny žádné články zabývající problematikou tažnosti a pevnosti potahových textilií v návaznosti na proces dělení potahových materiálů a potahování čalouněného nábytku.

Lze konstatovat, že současný stav problematiky měření tažnosti a pevnosti potahových materiálů v závislosti na procesu dělení potahových tkanin a potahování čalouněného nábytku není zatím podrobně rozebrán v literatuře a je tedy velmi obtížné vyhledat relevantní informace týkající se popisované problematiky. Z tohoto důvodu je tato diplomová práce přínosem.

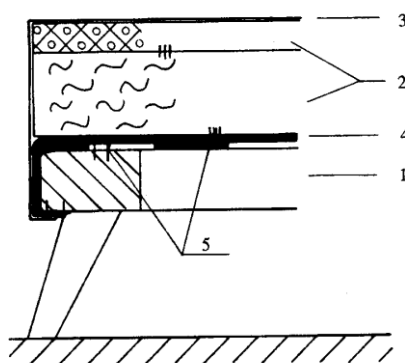
4. CHARAKTERISTIKA ČALOUNĚNÉHO NÁBYTKU

4.1 SKLADBA VRSTEV V ČALOUNĚNÉM NÁBYTKU

Při výrobě čalouněného nábytku je použito několik druhů textilního a netextilního materiálu, který tvoří skladbu hotového výrobku. Je jedno, zda se vyrábí čalouněný sedací nábytek např. židle, křeslo nebo polohovací nábytek – postel, v základu se

používá stejný materiál. Uvedené druhy materiálů mohou plnit více funkcí. Materiál na výrobu můžeme rozdělit do několika skupin [1]:

- podkladový materiál,
- tvarovací materiál,
- kypřicí materiál,
- separační materiál,
- potahový materiál,
- montážní a pomocný materiál



Obrázek č. 4 - Základní vrstvy materiálu v čalounění: 1. Podkladový materiál, 2. Tvarovací a kypřicí materiál, 3. Potahový materiál, 4. Separální materiál, 5. Montážní a pomocný materiál [9]

Podkladový materiál

Podkladový materiál vytváří základní tvar výrobku, který může být dřevěný, kovový z plastické hmoty nebo vytvořen kombinací uvedených materiálů. Součástí nosného podkladu je nosný materiál, jehož hlavním cílem zajistit propouštění vzduchu a vlhkosti pomocí opatřených otvorů na svém povrchu. Nosný materiál se dělí na pružný (pružiny, lamely) a nepružný (pevná deska) [1, 6]. Pro účely této práce nebyl podkladový materiál využíván. Tahové vlastnosti potahových textilií nejsou v tomto případě ovlivňovány volbou podkladového materiálu. Z tohoto důvodu nebylo s podkladovými materiály pracováno.

Tvarovací materiál

Tvarovací materiál umožňuje vytvoření požadovaného tvaru výrobku. Může být složen

ze dvou a více tvarovacích materiálů. Pro tvarování se využívá přírodních vláken rostlinných (kokosové vlákno), živočišných (husí peří), z chemických vláken jde především o vláknité (pryžožíně, pryžokokos), pěnové (PUR pěny, pěnové pryže) nebo rouna (polyesterová, polypropylenová) [1, 6]. V experimentální části práce se s tvarovacím materiálem nepracuje. Tahové vlastnosti potahových textilií nejsou ovlivněny skladbou tvarovacího materiálu.

Kypřicí materiál

Kypřicí materiál změkčuje výrobek. Vrstva kypřicího materiálu se pokládá na tvarovací vrstvu. Je tvořena z jednoho a více kypřících materiálů. Pro kypření výrobku se využívá přírodních vláken rostlinných (vata tabulová nebo trhaná), živočišných (žíně, peří, které se vkládá do předem ušitých komor z hustého plátna nebo netkané textilie, vlna, velbloudí srst), z chemických vláken pěnové (z PUR pěny), rouna (polyesterová, polypropylenová) [1, 6]. Pro účely experimentální části nebyly kypřicí materiály použity.

Separační materiál

Separační materiál zajišťuje oddělení jednotlivých vrstev čalouněného materiálu od sebe, aby nedocházelo k prolínání vrstev. Mezi separační materiály patří jutové textilie (tvarové plátno, netkané rouno), síťoviny, technické textilie (molino, koudelové plátno). Dále se jedná o separační úplety, které slouží k oddělení tvarovací vrstvy od potahového materiálu [1, 6]. Pro měření v experimentální části práce nebylo podstatné použití separačního materiálu. Z tohoto důvodu nebylo se separačními materiály pracováno.

Potahový materiál

Potahový materiál dotváří výsledný vzhled výrobku. Jeho barva, vzor, vazba rozhoduje o tom, kdo si jej koupí. Na potahový materiál jsou kladeny různé požadavky: *barevnost, trvanlivost, snadná údržba, vazba, pevnost*.

Uvedené vlastnosti určují použití potahového materiálu, zda je materiál vhodný na občasné použití, nebo na každodenní zátěž v domácnosti. Potahový materiál je textilní (tkaný, pletený, netkaný), netextilní (useň, kožešina, koženka) [1, 6]. Dnešní potahové textilie jsou plošné textilie určené na potahy nábytku pro bytové, společenské, pracovní

interiéry. Speciální druhy jsou určeny pro potažení sedadel ve veřejných dopravních prostředcích. K potahovým materiálům na nábytek pro bytové, společenské a pracovní interiéry patří potahové textilie, usně (přírodní kůže), kožešiny a syntetické usně. Výběr potahových materiálů velmi ovlivňuje užité vlastnosti a konečný vzhled výrobku. Proto je nutno výběru druhu, jeho barvě, vzorování, mechanickým a geometrickým vlastnostem a vazbě věnovat náležitou pozornost. Potahové materiály jsou pro výrobce čalouněného nábytku jedním z nejdůležitějších předmětů vstupujících do výrobního procesu a pro odběratele pak jedním z mála čalounických materiálů, které mohou přímo posoudit. U většiny ostatních čalounických materiálů je, pokud výrobek není opatřen snímatelným potahem, jejich posouzení obtížné. Experimentální část této práce je založena především na měření pevnosti a tažnosti u potahových textilií. Z toho důvodu bylo testováno jedenáct vzorků potahových textilií. Hlavními porovnávanými parametry byly pevnost a tažnost resp. protažení při přetrhu síle a maximální pevnost potahové textilie.

Montážní a pomocný materiál

Montážní materiál slouží ke spojení nosného materiálu, tvarovacího materiálu, kypřícího materiálů, izolačního materiálu, separačního materiálu a potahového materiálu a vytvoření jednoho celku (výrobku). Montážní prvky slouží také k fixování, ozdobení, výrobku. Mezi montážní materiály patří fixační a spojovací materiál (kovový, nekovový), prošívací a šicí materiály (přírodní, chemické), montážní prvky (kolíky, šrouby, kování).

Pomocný materiál zajišťuje pevnost spoje při montáži výrobku, ozdobení hotového výrobku a zajištění neponíčení hotového výrobku při skladování, manipulaci. Pomocným materiálem jsou lepidla (přírodní, syntetická), ozdobné prvky (prýmky, tkanice), balící materiál (papírový, kartonový, textilní, polyetylenové pytle [1, 6]). V experimentální části práce nebylo s montážním a pomocným materiálem pracováno.

5. VÝROBA ČALOUNĚNÉHO NÁBYTKU

Výroba čalouněného nábytku se vyznačuje vysokým stupněm prefabrikace všech používaných materiálů. Jsou to různé druhy koster, pružinových koster, rámců, tvarovek, roun, PUR pěn, popruhů, potahových materiálů textilních, z plastů i přírodní kůže. Oproti dříve používaným technologiím, kdy bylo nutné vytvářet tvar čalouněných výrobků vrstvením a prošíváním přírodních materiálů převážně ručním šitím, jde nyní o výrobní

technologie dělení a spojování (montáže) jednotlivých materiálů ve funkční a výtvarný celek (výrobek).

Z technologického hlediska se proces výroby čalouněného nábytku člení do následujících technologických a výrobních úseků.[2, 7]

- Dělení materiálů
- Úprava, připevňování a vázání pružin
- Přibíjení
- Šití
- Lepení a svařování materiálů
- Potahování
- Kontrola a balení
- Skladování a expedice

Jelikož problematika firmy Aksamite s.r.o. vychází z potřeby práce s přesnými parametry potahových textilií, jsou v následujících podkapitolách podrobněji popisovány výrobní procesy související s tvorbou a zpracováním především potahových materiálů. Na základě těchto požadavků bylo z procesů vybráno dělení materiálu a potahování čalouněného nábytku.

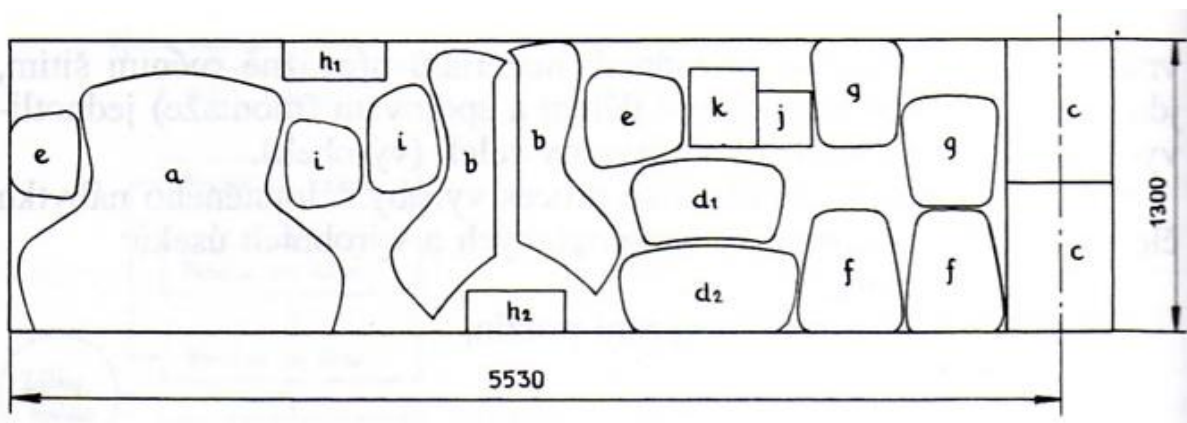
5.1 DĚLÍCÍ PROCES POTAHOVÝCH TEXTILIÍ A SYNTETICKÝCH USNÍ

Dělicí proces potahových textilií je jedním ze základních částí výroby čalouněného nábytku. Současné technologie umožňují výrobu stříhových dílců s produkcí minimálního množství technologického odpadu. Obecně platí, že čím více velikostí a druhů je obsazených ve stříhové poloze, tím výhodněji lze stříhové šablony rozložit a tím snížit spotřebu materiálu. K přesnému vypracování stříhového plánu se dnes využívají programy, které jsou schopny při tvorbě stříhové šablony zohlednit mechanické vlastnosti a technické parametry zpracovávané textilie. V průběhu výroby jsou používány informace o potahových textiliích, jako jsou pevnost, tažnost, materiálové složení, typ textilie, vazba apod. Následně dochází k vystřihování resp. vyřezávání stříhových dílců s přihlédnutím k vlastnostem textilií a tvaru čalouněného nábytku. Dělení potahových textilií tkaných, pletených, pletenotkaných i netkaných a syntetických usnů se skládá z těchto operací:

- Vypracování stříhového plánu
- Kontrola potahových textilií
- Vrstvení textilií a syntetických usní
- Značení stříhové linie
- Dělení textilie

5.1.1 Vypracování stříhového plánu

Stříhový plán vychází z kusovníku daného výrobku či soupravy, který vymezuje dráhy jednotlivých dílců, jejich počet a jmenovité rozměry, a z formátu dělené textilie (šířky textilie, délky jejího položení). Stříhový plán býval sestavován tak, že se předem vyhotovil v měřítku 1 : 20 nákres plošných dílců, které se mají stříhat, a vystřihly se jejich vzory z papíru. Papírové makety dílců se pokládaly na plochu rozvinuté textilie znázorněné rovněž v měřítku 1:20. Polohy jednotlivých vzorů se měnily tak dlouho, až se našla optimální poloha respektující směr a tvar vzorů, směr sklonu vlasu textilie, směr pásků a jiných znaků rozhodných pro dosažení správného stříhu jednotlivých dílců. Příklad takového stříhového plánu je vidět na obrázku č. 5. [2, 7]



Obrázek č. 5 - Příklad stříhového plánu celočalouněného křesla [2]

Dnes se k vypracování stříhového plánu používají převážně nejmodernější počítačové techniky, které navrhují stříhové dílce na základě vložených parametrů. Využívá se tak nová metoda konstrukcí pomocí počítače. Postupně se koncipoval nový vědní obor jako metoda konstrukcí pomocí počítače (CAD). Přelom nastal v roce 1971,

kdy byl vynalezen mikroprocesor firmou INTEL (USA), což umožnilo rozvinout hromadnou výrobu počítačů a systémů při relativně nízké ceně, menší složitosti obsluhy a spotřebě energie.

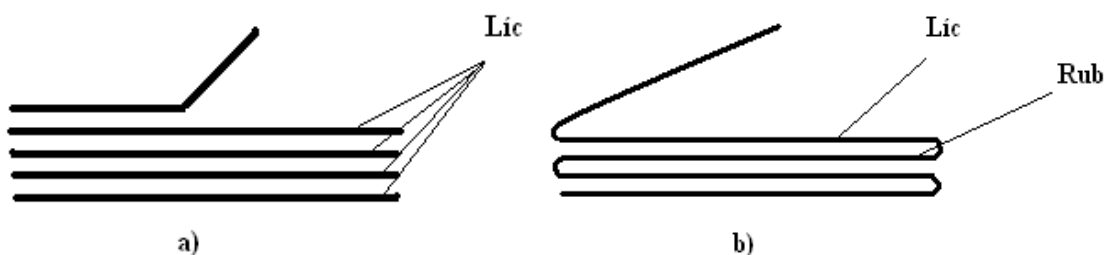
5.1.2 Kontrola potahových textilií

Při přejímání dodávek potahových textilií je nutné provádět kvalitativní kontrolu. Tento úkon usnadňuje speciální prohlížecké zařízení. Prohlížená textilie se upevní na odvíjecí zařízení, ze kterého se převíjí, kontroluje, označují se chyby a měří se délka. Kontrola potahových textilií se provádí zejména ve velkých nábytkářských firmách nebo je provádí přímo výrobce potahových materiálů. Firma Aksamite tento proces kontroly textilií nevyužívá.

5.1.3 Vrstvení textilií a syntetických usní

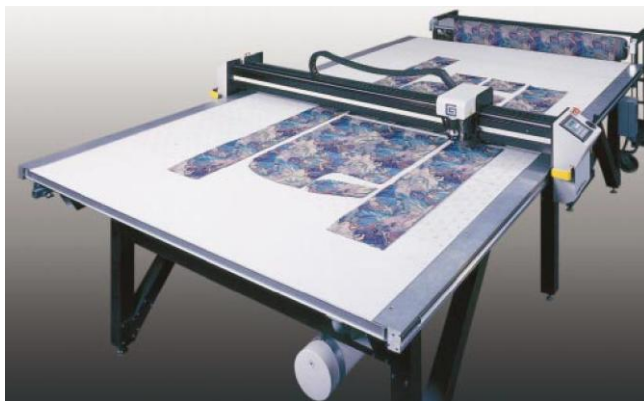
Čalounické textilie a syntetické usně se vrství na stůl ručně nebo pomocí vrstvicích zařízení. Ručně se musí vrstvit textilie dvojité skládané a netkané technické textilie (např. vaty, rouna ze syntetických vláken). Z technologického hlediska se rozeznává vrstvení:

- **Obousměrné** – používá se hlavně u technických textilií, dochází k vrstvení od počátku stříhačského stolu na jeho konec a po upevnění materiálu se vrství ve směru zpětném.
- **Jednosměrné** – používá se především u potahových textilií, každý list musí mít vzor ve stejném směru.



Obrázek č. 6 - Vrstvení textilních materiálů: a) jednosměrné, b) obousměrné

Při každém vrstvení se postupně klade jeden list materiálu na druhý, až dojde k optimálnímu počtu odpovídajícímu druhu vrstveného materiálu. Výkon progresivních vrstvicích zařízení je při jednosměrném vrstvení 800 až 1200 **bm** textilie za hodinu, při oboustranném vrstvení pak 1200 až 1800 **bm** za hodinu. [2, 7] Často jsou dnes v menších výrobních závodech využívány také počítačově řízené řezací stoly. Potahové textilie jsou zde vrstveny v jedné vrstvě a jednosměrně.



Obrázek č.7 - Statický řezací systém DCS 2500 [11]

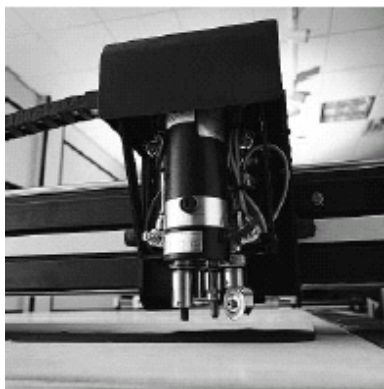
Firma Aksamite pro oddělovací proces využívá statický řezací systém DCS 2500 od firmy Gerber cutter viz obrázek č. 7, na kterém je materiál oddělován pouze v jedné vrstvě a jednosměrně.

5.1.4 Značení stříhové linie

Stříhové linie se dříve značily podle stříhového plánu po navrstvení potřebného počtu listů. Používala se běžná měřidla (pravítko, úhelník), u zakřivených řezů šablony z papíru, lepenky, vláknité desky, překližky a jiné. Značkovacím materiálem byla nejčastěji krejčovská křída.

Produktivnější bylo značení pomocí speciálního perforovaného papíru nebo fólie z plastu. Nejdříve se na papír nebo fólii určené k perforování nakreslily obrysy stříhového plánu. Pomocí perforačního vzorku, který byl veden po nakreslených obrysech, se do papíru vyděrovaly stříhové linie. Šablona v podobě perforovaného papíru se položila na horní list vrstvy a upevnila se. Přes otvory se na textilií nanášela různobarevná prášková křída. Aby byla linie co nejzřetelnější, bylo nutno klást jako horní list textilie bez zvlášť výrazného nebo plastického vzoru.

Použitím automatického řezacího systému je dnes proces značení stříhové linie v podstatě nepotřebný, jelikož vyřezávání resp. vystřihování obstarává multinástrojová hlava viz obr. 8, která je řízena počítačem. Stříhová linie je vytvořena automaticky v programu, který řídí samotné vyřezávání.



Obrázek č.8 - Multinástrojová hlava řezacího systému, pneumatický řezací strojek (vpravo) [11]

5.1.5 Dělení textilií a syntetických usní

Vrstva se stříhá na dílce podle předchozího rozměření, a to ručně přenosnými elektrickými nebo pneumatickými strojky nebo pomocí stříhačských a vysekávacích strojů. Ručně se textilie a syntetické usně stříhají například v individuální výrobě, v průmyslové výrobě se ručně stříhají zbytky textilií. Vyřezávání resp. vystřihování může probíhat také pomocí automatických stříhačských strojů, kde výřez obstarává multinástrojová hlava, která může nést až tři nástroje a pero, zahrnující přímý nůž, řezné kolečko, perforační kolečko vrták a vysekávač.

5.2 POTAHOVÁNÍ ČALOUNĚNÉHO NÁBYTKU

Potahování vytvarovaných čalouněných polotovarů je jednou ze závěrečných operací čalounění. Úroveň potahování ovlivňuje významně esteticky vzhled a funkčnost finálního výrobku. Rozlišujeme dva druhy potahování:

- potahování pevného čalounění
- potahování volného čalounění

Potahování pevného čalounění

U pevného čalounění se potahové textilie připojují k nosné kostře především pneumatickými spojovací, u některých výrobků (židlí) pak hřebíčkovacími stroji nebo lepením.

Potahování pevného čalounění usnadňují přítlačná zařízení, a to u rozměrných výrobků (pohovek) i u výrobků malých (židlí). Pomocí různých přítlačných prvků se čalounění před připevněním potahové textilie stlačí, což umožňuje dokonalé a stejnoměrné vypnutí bez fyzické námahy. Usnadňuje to i připevnění textilie.

Přítlačné zařízení se dají použít prakticky na všechny dílce s pevným čalouněním, pokud nemají složité tvary. Některá zařízení mají speciální doplňky, např. tepelný zdroj, kterým se předehřívá syntetická useň před aplikací na potahový dílec. Zařízení pro maloplošné dílce mají výkyvnou a výškově stavitelnou nosnou pracovní desku, aby se stroj přizpůsobil rozměrům a tvaru výrobku a aby se příslušná operace mohla provádět v optimální poloze. Přítlačná zařízení dělíme na:

- Zařízení pro velkoplošné dílce (sedadla a opěradla pohovek)
- Zařízení pro střední a maloplošné dílce (křesla, židle)

Potahování volného čalounění

Volné čalounění se potahuje navlékáním předem ušitých potahů čalounění a to ručně nebo strojově. Ručně se navlékají potahy, je-li použití mechanismů obtížné, např. u velkoplošného nízkého čalounění tvarovaného pěnovými materiály (pokrývky) a u čalouněných dílců složitých tvarů. Při ručním navlékání se do předem ušitého potahu nasune otevřenou stranou pěnový dílec, popř. krytý kypřícím materiálem. Nasunutí se usnadní stočením dílce, který se v potahu narovná. Potah se vypne a urovná.

Strojově se předem ušité potahy na vytvarované volné čalounění nasunují pomocí navlékacích strojů, které se dělí podle polohy zpracovaného dílce na horizontální a vertikální. Z technologického hlediska se rozeznávají stroje, pracující na principu:

- Vtlačování vytvarovaného dílce do potahu (pístové navlékácí stroje)
- Vtahování vytvarovaného dílce do potahu pomocí dopravníkových pásů (navlékácí stroje s tažnými pásy)
- Nasunutí potahu na vytvarovaný dílec, který byl předtím stlačen (navlékácí stroje s tlačnými prvky) [2, 7]

6. METODY TESTOVÁNÍ PEVNOSTI A PRUŽNOSTI

Tahové vlastnosti plošných textilií lze měřit dvěma způsoby. Pomocí těchto metod se zjišťují mechanické vlastnosti textilií, např. pevnost v tahu, pevnost švu, pevnost v natržení, posuvnost ve švu. Výsledky získané jednou z těchto metod nelze srovnávat s výsledky dosaženými ostatními metodami.

Tyto zkoušky jsou dány normou [ČSN EN 14465]. Zkouší se vzorky ve dvou na sobě kolmých směrech:

- U tkanin ve směru osnovy a útku
- U pletenin ve směru sloupku a řádku

6.1 METODA STRIP

Tato metoda je vhodná především pro tkaniny, ale může být použita i pro jiné plošné textilie, vyrobené různými technikami. Metoda není běžně použitelná pro elastické tkaniny, geotextilie, netkané textilie, nánosované textilie, tkaniny ze skelných vláken a plošné textilie z polykarbamidových vláken nebo polyolefinových pásků. Pro tuto zkoušku lze použít pouze zkušební přístroj s konstantním přírůstkem prodloužení (CRE). Jedná se o trhací přístroj vybavený dvojicí svorek, z nichž jedna je pevná a druhá se pohybuje konstantní rychlostí po celou dobu zkoušky, přitom ve zkušebním systému nedochází k žádnému ohybu.

Zkušební vzorek plošné textilie o stanovených rozměrech je napínán při konstantní rychlosti do přetržení. Zaznamenává se maximální síla a tažnost při maximální síle a na základě požadavků síla při přetrhu a tažnost při přetrhu. [3]

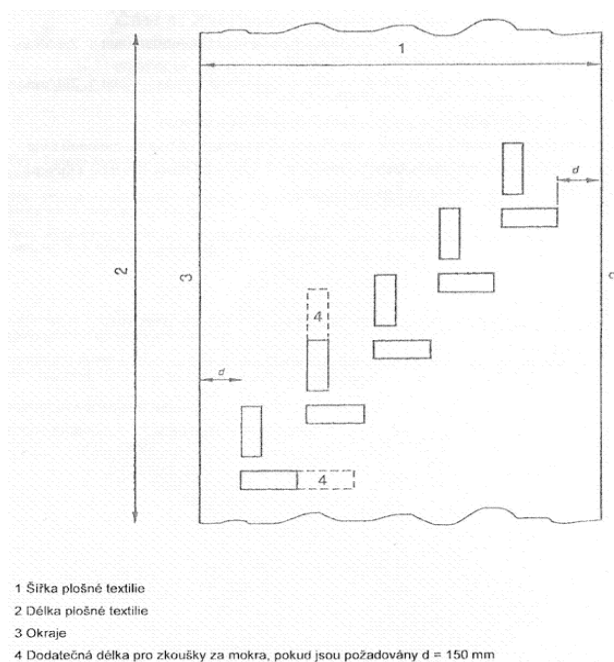
Odběr vzorků

Z každého laboratorního vzorku se vystříhnou dvě sady zkušebních vzorků, jedna sada po osnově a druhá po útku (nebo ve směru výroby a kolmo ke směru výroby). Každá sada musí obsahovat minimálně 5 zkušebních vzorků, kromě případů, kdy je vyžadována vyšší úroveň přesnosti, pak musí být odzkoušeno více vzorků. Žádný zkušební vzorek odebraný ve směru osnovy nesmí obsahovat stejné osnovní nitě a žádný vzorek odebraný ve směru útku nesmí obsahovat stejné útkové nitě.

Šířka každého zkušebního vzorku je 50mm $\pm 0,5$ mm (kromě třásní). Délka zkušebního vzorku musí být taková, aby vyhovovala pro upínací délku 200mm, kromě textilií, u kterých je podezření nebo je z předešlých zkušeností známo, že tažnost při maximální síle bude vyšší než 75%, u těchto textilií je upínací délka 100mm.

U tkanin se vzorek vystříhne přesně po niti v rozměrech 300 x 60 mm a vzorek je pak vypárán na šíři 50 mm. Upínací vzdálenost $l_0 = 200$ mm.

U pletenin se vzorek vystřihuje podle šablony a zkouší se ve tvaru stočeném podél osy. Upínací délka $l_0 = 100$ mm.



Obrázek č. 9 - Rozmístění zkušebních vzorků odebíraných z laboratorního vzorku [4]

Příprava zkušebních vzorků

U tkanin musí být každý zkušební vzorek vystřižen tak, aby jeho délka byla rovnoběžná s osnovou nebo s útkem plošné textilie a musí mít dostatečnou šířku, aby se mohly vytvořit potřebné třásně. Z obou delších stran vystřiženého proužku se odstraňuje přibližně stejný počet nití tak dlouho, až šířka zkušebního vzorku odpovídá požadavku v kap. 6.1.2. Šířka třásní musí zabránit vypadávání podélných nití z třásní při zkoušce. U většiny plošných textilií postačuje velikost třásní asi 5 mm nebo 15 nití. U velmi hustě tkaných textilií mohou být třásně užší. Textilie s velmi volnou vazbou mohou vyžadovat velikost třásní až do 10 mm. [3]

Zkušební přístroj a jeho nastavení

Zkušební přístroj musí být opatřen zařízením pro měření nebo záznam síly způsobující prodloužení vzorku až do jeho přetržení a odpovídajícího prodloužení zkušebního vzorku. Podrobnější postup je popsán v normě ČSN EN ISO 13934-1.

Před samotným měřením se na zkušebním trhačím přístroji nastaví upínací délka, rychlost posuvu a předpětí. Upínací délka je $200 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ pro textilie s tažností do 75 % při maximální síle nebo $100 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ pro textilie s tažností vyšší než 75% při maximální síle. Zkušební vzorky mohou být upnuty s předpětím nebo bez předpětí, tj. s předpětím nepatrně větším než nula. Pokud jsou zkušební vzorky upínány s předpětím, je třeba se přesvědčit, že předpětí nezpůsobí protažení větší než 2%. Pokud předpětí vzorků nemůže být takové, aby protažení bylo menší než 2%, předpětí se nepoužije. Podrobněji je postup nastavení upnutí vzorku popsáno v normě ČSN EN ISO 13934-1. Důležitým parametrem je také rychlost posuvu. Nastavení rychlosti posuvy vychází z následující tabulky.

Tabulka č. 1 - Rychlost protažení nebo prodloužení [3]

Upínací délka [mm]	Tažnost textilie při maximální síle [%]	Rychlost protažení [%/min]	Rychlost prodloužení [mm/min]
200	< 8	10	20
200	$\geq 8 \text{ až } \leq 75$	50	100
100	>75	100	100

Provedení

Zkušební vzorek se centrálně upne tak, aby jeho podélná střední osa procházela středem předních hran čelistí. Spustí se zařízení pro záznam maximální síly a tažnosti při maximální síle. Pohyblivá svorka se uvede do chodu a zkušební vzorek se napíná až do přetržení. Zaznamenává se maximální síla a v případě požadavku síla přetrhu v Newtonech, dále také prodloužení v milimetrech nebo tažnost v procentech, při přetrhu a v případě požadavku, při přetrhu. Zkouška se provádí minimálně u pěti zkušebních vzorků odebraných v podélném a příčném směru. Výsledky zkoušek, při kterých se zkušební vzorek vysune asymetricky nebo více než o 2mm z upínací linie čelistí, se neberou v úvahu. Pokud u některých vzorků dojde k přetrhu ve vzdálenosti do 5mm od upínací linie čelistí, zaznamenají se výsledky jako přetrhy v čelistech. Pokud hodnota přetrhu v čelistech je vyšší než nejnižší výsledek „normálního“ přetrhu, považuje se tento přetrh za platný. Jestliže je hodnota nižší, výsledek se vyřadí a provede se nové měření, aby se dosáhlo nejméně pěti „normálních“ přetrhů. [3]

Výpočet a vyjádření výsledků

Vypočítává se aritmetický průměr hodnot maximální síly a v případě požadavku aritmetický průměr hodnot síly při přetrhu v Newtonech, dále také aritmetický průměr tažnosti při maximální síle a v případě požadavku při přetrhu v procentech, pro každý zkoušený směr.

Pokud je to potřeba, počítá se variační koeficient s přesností na nejbližší 0,1% a 95% hranice spolehlivosti pro příslušné zkoušené vlastnosti, které se zaokrouhlí se stejnou přesností jako průměrné hodnoty. [3]

6.2 METODA GRAB

Podstatou zkoušky je napínání vzorku, který je upnutý pouze středovou částí, konstantní rychlostí do přetrhu. Od metody Strip se tato metoda liší především ve způsobu upnutí vzorků do čelistí, velikostí vzorku a jeho přípravou, parametry nastavení zkušebního přístroje a následným vyhodnocením naměřených hodnot. Zkušební přístroj musí být

stejně jako u předchozí metody v souladu s EN 30012-1. Upínací zařízení přístroje musí být umístěno ve středu obou čelistí ve směru působení síly, přední hrany musí být kolmé ke směru působení síly a jejich upínací plochy musí být ve stejné rovině. U zkoušky Grab je plocha upnutí $(25\text{mm} \pm 1\text{mm}) \times (25\text{mm} \pm 1\text{mm})$. Přesné popsání upnutí vzorků je popsáno v normě ČSN EN ISO 13934-2.

Příprava vzorku

Vzorky mají být vystřiženy z odstřihu plošné textilie tak, aby neměly ani jednu společnou nit. U každé testovaného vzorku se vystřihne jedna sada vzorků po osnově a druhá po směru útku. Každá sada musí obsahovat nejméně pět vzorků. Odběr vzorků probíhá podle stejného postupu jako u metody Strip viz. kapitola 6.1. Normovaný je rovněž tvar vzorků. Šířka zkušební vzorku je $100\text{mm} \pm 2\text{mm}$ a jeho délka musí vyhovovat pro upínací délku 100mm. Na každý zkušební vzorek se nakreslí čára ve vzdálenosti 38mm od jednoho okraje, rovnoběžně s osnovními nebo útkovými nitěmi, případně s podélným nebo příčným směrem a to po celé délce zkušební vzorku.

Provedení

Na zkušebním zařízení se nastaví upínací délka 100 mm a rychlost prodloužení 50mm/min. Spustí se zařízení pro záznam maximální síly. Zkušební vzorky se upnou centrálně tak, aby jejich podélná středová linie procházela středem předních hran čelistí a byla k nim kolmá a aby se čára nakreslená na zkušebním vzorku kryla s jednou hranou čelistí. Po uzavření horních čelistí se zkušební vzorek zatížený pouze vlastní hmotností zavede bez předpětí podél nakreslené čáry do spodních čelistí a spodní svorka se uzavře. Pohyblivá svorka se uvede do chodu a zkušební vzorek se napíná až do přetržení. Zaznamenává se maximální síla v N. Zkouška se provede minimálně u 5 zkušebních vzorků v podélném a příčném směru. Zaznamenává se každý přetrh, který se uskuteční ve vzdálenosti do 5mm od upínací linie čelistí a výsledek se zapíše jako přetrh v čelistech. Vypočítá se aritmetický průměr hodnot maximální síly v Newtonech pro každý zkoušený směr. V případě požadavku se vypočítá také variační koeficient a 95% interval spolehlivosti. [4]

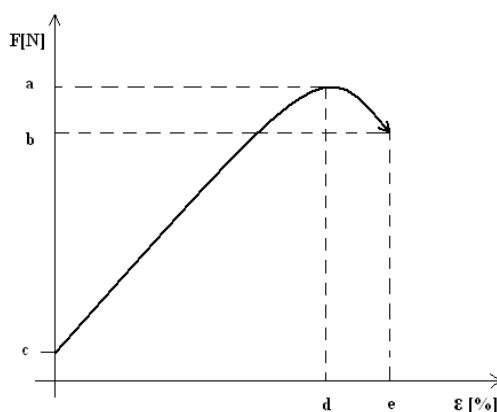
Jako vhodná pro měření pevnosti a tažnosti u dodaných vzorků byla vybrána metoda Strip. Tato metoda byla vybrána, jelikož základem jejího vyhodnocení jsou potřebné mechanické

vlastnosti (aritmetický průměr hodnot maximální síly, aritmetický průměr hodnot síly při přetrhu v Newtonech, aritmetický průměr tažnosti při maximální síle a v případě požadavku při přetrhu v procentech, pro každý zkoušený směr).

6.3 VYBRANÉ MECHANICKÉ VLASTNOSTI POTAHOVÝCH TEXTILIÍ

Pevnost v tahu

Pevnost textilií je odpor proti působení vnějších sil, který závisí na původu, formě (vlákno, příze, plošná textilie), způsobu, rychlosti a průběhu zatížení textilního materiálu. Pevnost potahových textilií se nejčastěji vztahuje k zatížení tahem, které se měří silou nutnou k přetržení materiálu. Jednotkou tažné pevnosti je newton značíme **N** ($N = m \cdot kg \cdot s^{-2}$). Tažná pevnost je jedna z nejdůležitějších vlastností zejména u technických resp. potahových textilií. Testuje se tak, že se do svorek upíná proužek tkaniny nebo pleteniny zpravidla 50 mm široký a je konstantně natahován až do přetržení. [12] Pro potřeby experimentální části byla měřena tažná pevnost u 12 vzorků vybraných potahových textilií. Výsledky byly zaznamenány do tabulek a porovnány s hodnotami naměřenými na jednoduchém zařízení v kapitole č. xy diskuse výsledků.



Obrázek č. 10 – Průběh křivky pevnosti tkaniny: a) Maximální síla, b) Síla při přetrhu, c) Předpětí, d) Tažnost při maximální síle, e) Tažnost při přetrhu [3]

Tažnost

Tažnost se značí ϵ . Při zkouškách tažné pevnosti dochází u všech textilních materiálů před přetržením k prodloužení. Zaznamenává se tažnost při maximální síle a tažnost při přetrhu

textilie viz obrázek č. 9. Obecně je tažnost rovna podílu prodloužení textilie v mm k upínací délce v mm. Výsledek je vyjadřován v procentech. [3] Pro potřeby experimentální části byla měřena tažnost u 12 vzorků vybraných potahových textilií. Výsledky byly zaznamenány do tabulek a porovnány s hodnotami naměřenými na jednoduchém zařízení v kapitole č. 7.4 diskuse výsledků.

7. NORMOVANÉ ZKOUŠKY

Prvním cílem experimentální části je provést vybrané zkoušky na dodaných potahových textiliích. S ohledem na problematiku a po konzultaci s technologem firmy Aksamite byly jako hlavní testované parametry vybrány pevnost resp. maximální síla textilie a tažnost textilie při přetržení. Testování probíhalo v laboratořích Technické univerzity v Liberci na trhacím zařízení M350-5CT a dle normy ČSN EN ISO 13934-1 Zjišťování maximální síly a tažnosti při maximální síle pomocí metody Strip. Naměřené údaje byly zaznamenávány programem WinTest Analysis 3.2.19 a následně zpracovány a zobrazeny v grafech tahových křivek viz příloha č. 1. Na základě těchto grafů a získaných hodnot maximální síly a prodloužení byly testované vzorky rozděleny do dvou skupin, kde do první skupiny patří textilie s pevností menší nebo rovné 700N a do druhé skupiny patří potahové textilie s pevností vyšší než 700N.



Obrázek č. 11 - Trhací zařízení M350-5CT s upnutým vzorkem

Vyhodnocení výsledků probíhalo v programu Microsoft office Excel. Ze získaných dat byly vypočítány průměrné hodnoty maximální tahové pevnosti v Newtonech, maximální prodloužení v milimetrech a průměrná hodnota tažnosti textilie. Pro všechny uvedené parametry byl spočítán také variační koeficient a směrodatná odchylka. Z důvodů přehlednějšího porovnání naměřených hodnot jsou porovnávaná data prezentována pomocí grafů. Získané hodnoty dále posloužily ke stanovení parametrů měření na jednoduchém měřicím zařízení. Důležitým parametrem bylo především stanovení síly napínání vzorku a maximální délka vzorku při maximální síle. Druhým cílem bylo vytvoření a otestování jednoduchého zařízení pro měření pevnosti a tažnosti v provozu. Na základě zjištěných údajů se ve druhé části postupovalo při návrhu a výrobě měřicího zařízení. Funkčnost zařízení byla následně ověřována napínáním dodaných vzorků a porovnáním výsledků s normovanými zkouškami. Podrobněji je konstrukce, mechanika měření a příprava vzorků pro měření na jednoduchém zařízení popsána v kapitole č. 8.

7.1 CHARAKTERISTIKA MĚŘENÝCH MATERIÁLŮ

Pro testování bylo vybráno 12 reprezentativních potahových textilií, se kterými má firma Aksamite s.r.o. problémy. U každé z dvanácti druhů textilie bylo testováno 5 vzorků ve směru osnovy a 5 vzorků ve směru útku za sucha. Velikost vzorků, jejich příprava a mechanika zkoušení vycházely z normy ČSN EN ISO 13934-1 Zjišťování maximální síly a tažnosti při maximální síle pomocí metody Strip. Metoda byla vybrána po konzultaci s technologem firmy Aksamite s.r.o. Základní požadavkem bylo naměřit potřebné údaje o pevnosti a tažnosti v provozu pro vložení do programu, který tvoří stříhové šablony a řídí vyřezávání stříhových dílců. Vzorky byly před měřením klimatizovány v klimatizační komoře po dobu 24 hodin při teplotě $19^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ a vlhkosti vzduchu $65\% \pm 2\%$. Vzorník použitých textilií a podrobnější popis průběhu měření včetně grafů je v příloze č. 1 a 4.

VZOREK č. 1 - CARABU

Typ textilie (vločkováná textilie)

Plošná hmotnost (475g/m^2)

Materiálové složení (55% akryl, 21% polyamid, 16% polyester, 8% bavlna)

Dostava (160nití/10cm – útek, 160nití/10cm – osnova)

Tato potahová textilie je složena ze tří vrstev. Podkladová vrstva je utkaná ze směsi polyesterových a bavlněných přízí. Druhou vrstvou je pojivo ve formě akrylu. Vlas je tvořen polyamidovými vlákny, jenž byla na pojivo nanášena elektrostatickou metodou. Výrobce udává pevnost v tahu je $>350\text{N}$ po osnově i útku. V porovnání s ostatními testovanými textiliemi se jedná spíše o menší pevnost. Na základě měření na normovaném trhacím přístroji byla tato textilie zařazena do skupiny vzorků s pevností menší než 700N viz příloha č. 1.

VZOREK č. 2 - NAPOLEON

Typ textilie (vločkováná textilie)

Plošná hmotnost (485g/m^2)

Materiálové složení (50% akryl, 26% polyamid, 16% polyester, 8% bavlna)

Dostava (160nití/10cm – útek, 160nití/10cm – osnova)

Textilie Napoleon je složena ze tří vrstev. Podkladová vrstva je utkaná v plátňové vazbě ze směsi polyesterových a bavlněných přízí. Vlas je vytvořen elektrostatickou metodou nanášením polyamidových vláken. Tyto vrstvy jsou k sobě připevněny akrylovým pojivem. Tento potahový materiál vyniká především příjemným omakem, vysokou odolností proti oděru. Pevnost v tahu výrobce v produktovém listu neuvádí. Na základě měření na normovaném trhacím přístroji byla tato textilie zařazena do skupiny vzorků s pevností menší než 700N viz příloha č. 1.

VZOREK č. 3 - REO W

Typ textilie (tkanina z efektních přízí)

Plošná hmotnost (347g/m^2)

Materiálové složení (43% viskóza, 39% polyester, 18% len)

Dostava (160nití/10cm – útek, 360nití/10cm – osnova)

Tento materiál je vyroben z 43% viskózy, 39% polyesteru a 18% lnu. Viskózová vlákna mají vysokou sorpci (sání) dokonce vyšší než bavlna, avšak k jejím negativním vlastnostem patří mačkovost, špinivost a nízká pevnost za mokra. Vlákna polyesteru a lnu jsou zde použity jako zpevňovací složka. Výrobce garantuje pevnost v tahu 600N po osnově i útku. Materiál má stejně jako ostatní zastoupení při výrobě čalouněného nábytku.

Na základě měření na normovaném trhacím přístroji byla tato textilie zařazena do skupiny vzorků s pevností vyšší než 700N viz příloha č. 1.

VZOREK č. 4

Obchodní název (MARTIN 164/114)

Typ textilie (žinylková tkanina)

Plošná hmotnost (345g/m²)

Materiálové složení (89% polyester, 11% viskóza)

Dostava (120nití/10cm – útek, 210nití/10cm – osnova)

Tato textilie je vyrobena z 89% polyesteru a 11% viskózy a to ze zatkávaných žinylkových přízí, které dodávají textilií charakteristický vzhled a omak. Jedná se pevnější typ textilie především ve směru osnovy. Vysoký podíl polyesteru dodává této textilií specifické vlastnosti. Polyesterová vlákna se vyznačují vysokou stálobarevností a pevností za suchého stavu. Polyester spadá mezi vlákna syntetická s vysokou odolností v oděru. Na základě měření na normovaném trhacím přístroji byla tato textilie zařazena do skupiny vzorků s pevností vyšší než 700N viz příloha č. 1.

VZOREK č. 5

Obchodní název (VELOR)

Typ textilie (žinylková tkanina)

Plošná hmotnost (414g/m²)

Materiálové složení (100% polyester)

Dostava (200nití/10cm – útek, 540nití/10cm – osnova)

Tento materiál je vyroben ze 100% polyesteru, kdy se polyesterová vlákna vyznačují vysokou stálobarevností a pevností za suchého stavu. Povrch je tvořen zatkávanými žinylkami. Tento materiál se především používá k potahování sedacích souprav, křesel a ostatního čalouněného nábytku. Jedná se o materiál s vysokou pevností. Na základě měření na normovaném trhacím přístroji byla tato textilie zařazena do skupiny vzorků s pevností vyšší než 700N viz příloha č. 1.

VZOREK č. 6 - CREPIS

Typ textilie (vločkováná textilie)

Plošná hmotnost (485g/m²)

Materiálové složení (39% akryl, 25% polyamid, 24% polyester, 12% bavlna)

Dostava (150nití/10cm – útek, 150nití/10cm – osnova)

Tento materiál je obdobný jako materiál č. 1, liší se pouze v úpravě lící strany, na které je patrný výrazný plastický vzor. Textilie má nižší pevnost. Na základě měření na normovaném trhacím přístroji byla tato textilie zařazena do skupiny vzorků s pevností menší než 700N viz příloha č. 1.

VZOREK č. 7 - 3016

Typ textilie (vločkováná textilie)

Plošná hmotnost (240g/m²)

Materiálové složení (32% akryl, 29% polyester, 23% polyamid, 16% bavlna)

Dostava (120nití/10cm – útek, 130nití/10cm – osnova)

Tento materiál je obdobný jako materiál č. 1, liší se pouze v úpravě lící strany, na které je patrný výrazný plastický vzor. Výrobce garantuje pevnost 400N po osnově i po útku. Na základě měření na normovaném trhacím přístroji byla tato textilie zařazena do skupiny vzorků s pevností menší než 700N viz příloha č. 1.

VZOREK č. 8 - PALAS

Typ textilie (dvouvrstvá pojená tkanina)

Plošná hmotnost (345 g/m²)

Materiálové složení (75% polyester, 25% bavlna)

Dostava spodní tkaniny (170nití/10cm – útek, 180nití/10cm – osnova)

Dostava vrchní tkaniny (480nití/10cm – útek, 450nití/130cm – osnova)

Tato textilie se skládá ze dvou tkaných vrstev, které jsou navzájem spojeny pojivem. Lícová vrstva je ze 100% polyesteru, což jí dodává vlastnosti jako je vysoká stálobarevnost a pevnost za sucha. Podkladová tkanina je složena ze 65% polyesteru a 35% bavlny. Bavlněná vlákna mají dobrou sorpci (sání) vlhkosti a jsou zde především použita jako zpevňovací tkanina z rubní strany materiálu. Na základě měření na normovaném trhacím

přístroji byla tato textilie zařazena do skupiny vzorků s pevností vyšší než 700N viz příloha č. 1.

VZOREK č. 9 - CONNAISSEUR

Typ textilie (dvouvrstvá pojená tkanina)

Plošná hmotnost (475g/m²)

Materiálové složení (85% polyester, 15% bavlna)

Dostava spodní tkaniny (150nití/10cm – útek, 180nití/130cm – osnova)

Dostava vrchní tkaniny (530nití/10cm – útek, 510nití/130cm – osnova)

Tento materiál je obdobný jako materiál č. 8. Pevnost je výrobcem garantována po osnově 549 N a po útku 1030 N. Jedná se o textili s vyšší pevností. Na základě měření na normovaném trhacím přístroji byla tato textilie zařazena do skupiny vzorků s pevností vyšší než 700N viz příloha č 1.

VZOREK č. 10 - SENSATION

Typ textilie (tkanina z efektních přízí)

Plošná hmotnost (540g/m²)

Materiálové složení (100% polyester)

Dostava (140nití/10cm – útek, 260nití/10cm – osnova)

Jedná se o tkanou textili pro všeobecné použití v domácnosti i ve veřejných prostorách. Je vyrobena ze 100 % polyesteru, kdy se polyesterová vlákna vyznačují vysokou stálobarevností a pevností za suchého stavu. Na základě měření na normovaném trhacím přístroji byla tato textilie zařazena do skupiny vzorků s pevností vyšší než 700N viz příloha č. 1.

VZOREK č. 11 - BRIT

Typ textilie (žinylková tkanina)

Plošná hmotnost (550g/m²)

Materiálové složení (100% polyester)

Dostava (170nití/10cm – útek, 270nití/10cm – osnova)

Jedná se o žinylkovou tkaninu pro všeobecné použití v domácnosti. Polyesterová vlákna dodávají stejně jako u předchozí textilie tomuto materiálu vysokou pevnost za mokra a

stálobarevnost. Povrch materiálu je plastický tvořený proplétanými žinylkami v plátnové vazbě. Na základě měření na normovaném trhacím přístroji byla tato textilie zařazena do skupiny vzorků s pevností vyšší než 700N viz příloha č. 1.

VZOREK Č. 12 - MAROK

Typ textilie (tkanina z efektních přízí)

Plošná hmotnost (460g/m²)

Materiálové složení (75% polyester, 25% akryl)

Dostava (110nití/10cm – útek, 140nití/10cm – osnova)

Jedná se stejně jako u vzorku č. 11 o tkaninu pro všeobecné použití v domácnosti. Lící strana je vyrobena zatkáváním efektních polyesterových přízí a je ze spodu zpevněna vrstvou akrylátového pojiva. Vyznačuje se vysokou pevností a stálobarevností. Na základě měření na normovaném trhacím přístroji byla tato textilie zařazena do skupiny vzorků s pevností vyšší než 700N viz příloha č. 1.

7.2 VYHODNOCENÍ NORMOVANÝCH ZKOUŠEK

Normované zkoušky probíhaly na trhacím zařízení M350-5CT a dle normy ČSN EN ISO 13934-1 Zjišťování maximální síly a tažnosti při maximální síle pomocí metody Strip. Naměřená data byla zaznamenána a zpracována programem WinTEST Analysis 3.2.19. Ze získaných dat byly vybrány hodnoty pevnosti při maximální síle a tažnosti při maximální síle. Pro každou z dvanácti textilií bylo naměřeno pět hodnot po osnově a pět po útku. Výsledná data jsou zobrazena v tabulkách a vyobrazena pomocí sloupcových grafů. Použití sloupcových grafů bylo zvoleno jako vhodný nástroj pro přehledné porovnání maximálních průměrných hodnot. V tabulkách jsou vypočítány také průměrné hodnoty, směrodatné odchylky a variační koeficienty pro každou sérii vzorků.

Použité vzorce

Aritmetický průměr

Aritmetický průměr (rovnice 1) je součet hodnot znaku zjištěných u všech jednotek souboru, dělený počtem všech jednotek souboru.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (1)$$

Směrodatná odchylka

Směrodatná odchylka (rovnice 2) je druhá odmocnina z rozptylu. Jedná se o kvadratický průměr odchylek hodnot znaku od jejich aritmetického průměru. Udává, jak daleko jsou čísla v souboru vzdálená od průměru, resp. hodnoty náhodné veličiny vzdálené od střední hodnoty.

$$s_x = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = \sqrt{s_x^2} \quad (2)$$

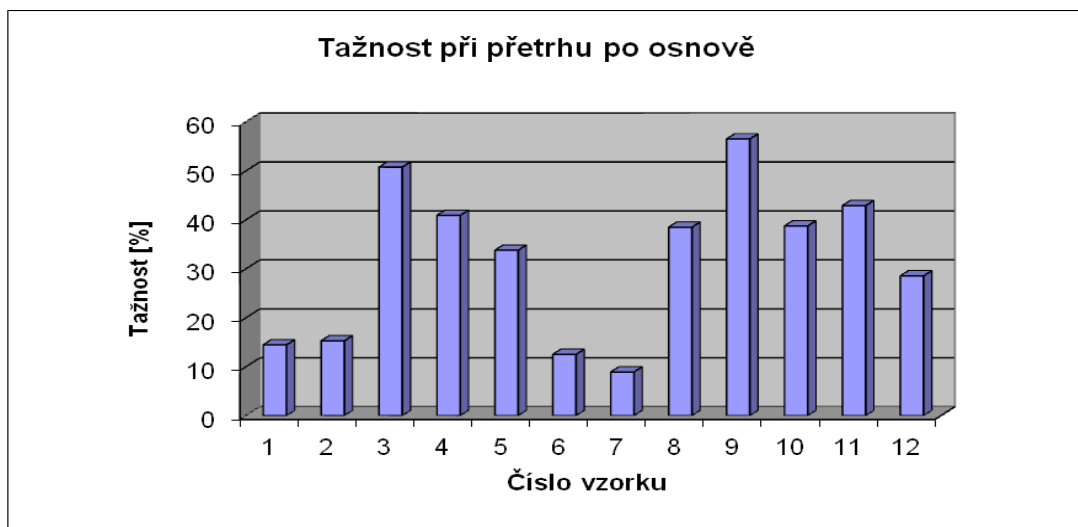
Variační koeficient

Variační koeficient (rovnice 3) se definuje jako podíl směrodatné odchylky a aritmetického průměru. Obvykle se vyjadřuje v procentech. Variační koeficient je výčet pravděpodobnosti pro všechny možné situace.

$$v_x = \frac{s_x}{\bar{x}} \times 100[\%] \quad (3)$$

Tabulka č. 2 - Tažnosti při přetrhu po osnově

Tažnost při přetrhu po osnově (%)								
Číslo vzorku	Měření					průměr	Směrodatná odchylka	Variační koeficient
	1.	2.	3.	4.	5.			
1	14,169	13,873	14,339	15,573	14,289	14,449	0,654	4,527
2	15,113	15,276	14,867	15,424	15,669	15,270	0,304	1,992
3	51,154	49,039	51,516	52,896	49,195	50,760	1,636	3,222
4	38,894	39,817	41,132	42,069	42,557	40,894	1,530	3,741
5	33,943	34,551	33,449	32,948	33,992	33,777	0,606	1,793
6	12,323	12,849	12,408	12,753	12,207	12,508	0,279	2,230
7	8,634	8,691	8,732	9,111	9,356	8,905	0,314	3,529
8	35,926	38,483	39,54	39,119	39,306	38,475	1,478	3,841
9	57,335	55,769	55,543	56,37	57,52	56,507	0,895	1,584
10	38,5	38,374	40,188	38,56	38,071	38,739	0,832	2,147
11	50,485	42,007	39,983	42,871	39,097	42,8886	4,508	10,512
12	28,123	30,41	27,058	29,421	27,69	28,540	1,357	4,755

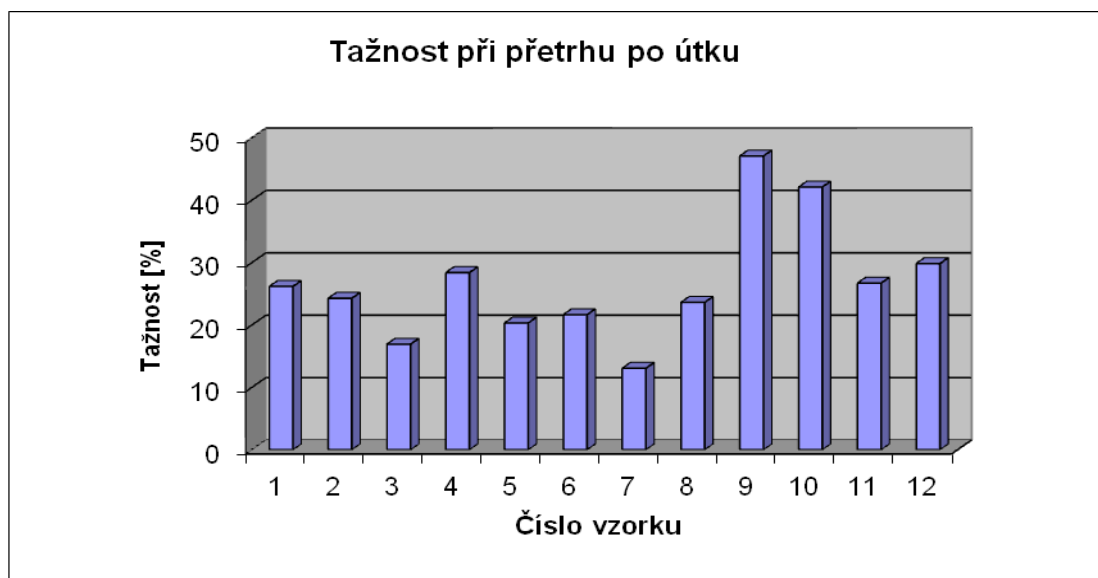


Graf č. 1 - Tažnost při přetrhu po osnově

Z grafu č. 1 vychází, že nejvyšší tažnost ve směru osnovy je u textilií č. 3 a 11. Jedná se o tkaniny z efektních přízí resp. žinylkové tkaniny. Jejich tažnost je dána především menší hustotou provázání přízí ve vazbě textilií a použitým materiálem, kterým je polyester. Vzorky č. 1, 2, 6, 7 se naopak vyznačují nejnižší tažností. V tomto případě se jedná o textilie složené z několika vrstev pojených akrylátem (mikroplyše). Spodní vrstvu tvoří tkanina ze směsi bavlny a polyesteru v ne příliš husté vazbě. Pojivo s vlasem se vysokou pevností nevyznačuje a dochází snad k přetržení textilie už při menším zatížení.

Tabulka č. 3 - Tažnosti při přetrhu po útku

Tažnost při přetrhu po útku (%)								
Číslo vzorku	Měření					průměr	Směrodatná odchylka	Variační koeficient
	1.	2.	3.	4.	5.			
1	25,642	25,397	27,069	26,904	25,861	26,175	0,761	2,909
2	24,19	24,543	24,158	24,483	23,978	24,270	0,237	0,975
3	16,627	16,697	16,206	16,042	19,023	16,919	1,208	7,141
4	27,883	27,993	29,353	29,482	27,268	28,396	0,974	3,429
5	20,69	20,779	19,904	20,094	20,147	20,323	0,388	1,908
6	21,976	20,528	22,018	22,431	21,281	21,647	0,749	3,462
7	13,807	12,826	13,54	13,01	12,089	13,054	0,669	5,122
8	24,761	21,988	24,069	23,744	23,548	23,622	1,023	4,331
9	53,016	51,965	39,762	41,057	49,682	47,096	6,239	13,247
10	42,615	45,418	38,21	46,618	37,694	42,111	4,069	9,663
11	26,811	24,08	27,086	28,093	27,469	26,708	1,546	5,788
12	31,069	27,655	29,545	28,302	32,682	29,851	2,050	6,868

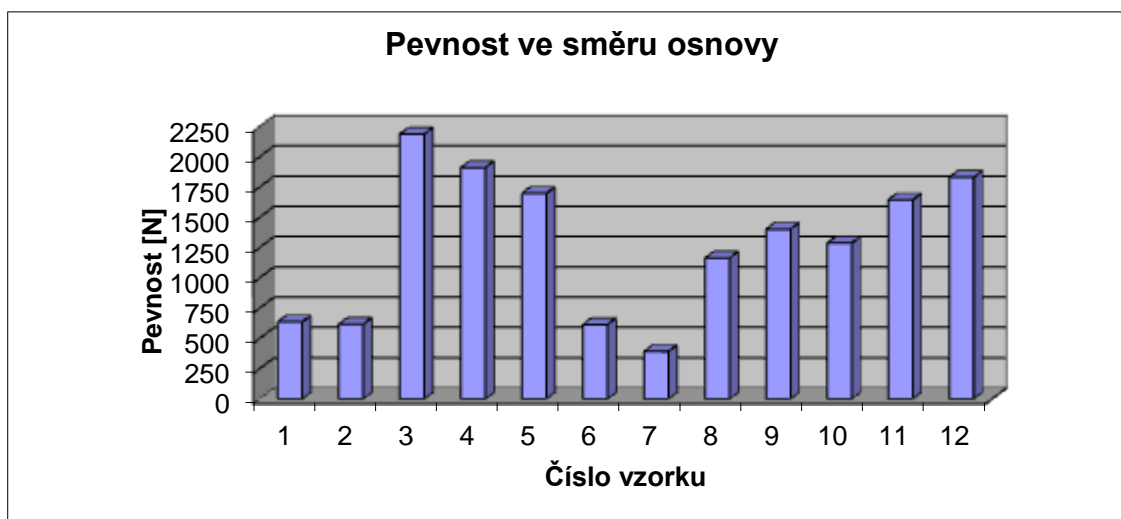


Graf č. 2 – Vyhodnocení tažnosti při přetrhu po útku

Tažnost ve směru útku vychází u většiny vzorků obecně nižší než ve směru osnovy. Nižší tažnost je zapříčiněna častým použitím méně tažných nití k tvorbě útku. Výjimku tvoří vzorky č. 9 a 10, u kterých byla změřena tažnost kolem 40%. Jedná se o tkaninu z efektních přízí a dvouvrstvou pojenou tkaninu. Při výrobě stříhových dílců v čalounické firmě je u těchto textilií potřeba zohlednit právě tažnost materiálu, aby nedocházelo k jeho vytahování na čalouněném nábytku.

Tabulka č. 4 - Pevnost ve směru osnovy

Pevnost ve směru osnovy (N)								
Číslo vzorku	Měření					průměr	Směrodatná odchylka	Variační koeficient
	1.	2.	3.	4.	5.			
1	650,9	628,4	631,3	647,6	627	637,04	11,314	1,776
2	592,4	608,3	591,5	642	655,5	617,94	29,3	4,742
3	2140,9	2202,4	2184,8	2278,6	2137,7	2188,88	57,382	2,622
4	1964,8	1977,8	1951,3	1854,1	1809,8	1911,56	74,93	3,92
5	1663,7	1738,3	1724,3	1673,9	1694,2	1698,88	31,952	1,881
6	616,7	630,4	602,3	618	608,5	615,18	10,635	1,729
7	386,71	384,91	370,82	412,76	407,05	392,45	17,2	4,383
8	1089,5	1135,3	1208,3	1214,1	1177,4	1164,92	52,492	4,506
9	1422,8	1382,5	1408,8	1388,5	1413,6	1403,24	17,09	1,218
10	1203,1	1273,4	1407,9	1341,2	1216,1	1288,34	86,308	6,699
11	1821,1	1672,9	1555,2	1619,8	1557,4	1645,28	109,729	6,669
12	1879,2	1808,5	1804	1801,5	1867,3	1832,1	37,883	2,068

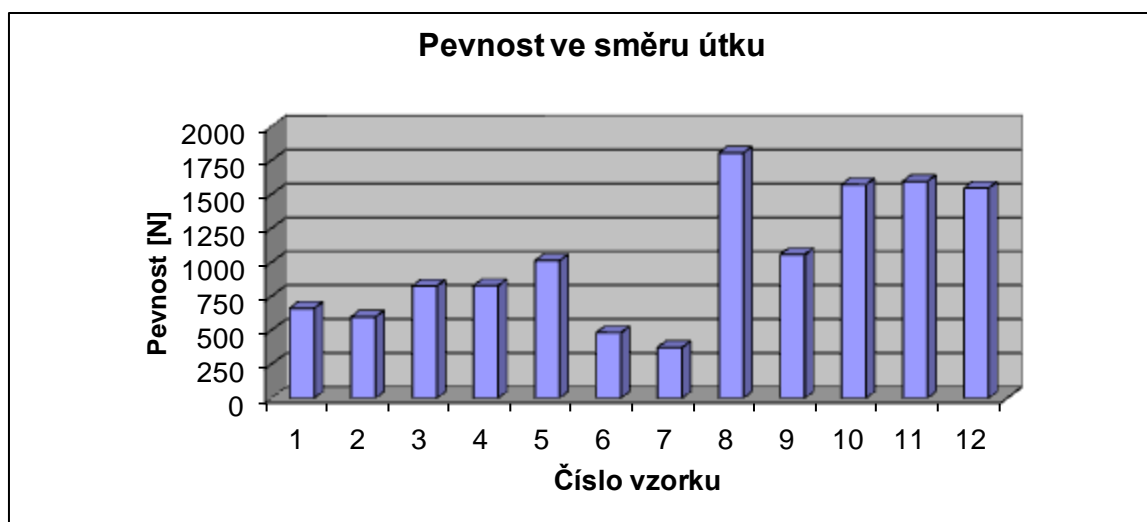


Graf č. 3 - Vyhodnocení pevnosti ve směru osnovy

Z grafu č. 3 vychází, že nejvyšší pevnost ve směru osnovy je u textilií č. 3, 4, 5 a 12. Jedná se o tkaniny z efektních přízí resp. žinylkové tkaniny z polyesteru. Jejich pevnost je dána především použitým materiálem, kterým je v tomto případě pevný polyester. Další složkou Vzorky č. 1, 2, 6, 7 se naopak vyznačují nejnižší pevností. V tomto případě se jedná o textilie složené z několika vrstev pojených akrylátem (mikroplyše). Podkladová vrstva, která je u těchto textilií v podstatě nositelem pevnosti je tvořena směsí polyesteru a bavlny a je také nejslabší vrstvou, což způsobuje menší pevnost celé textilie.

Tabulka č. 5 - Pevnost ve směru útku

Pevnost ve směru útku (N)								
Číslo vzorku	Měření					průměr	Směrodatná odchylka	Variační koeficient
	1.	2.	3.	4.	5.			
1	664,8	677,8	663,4	660,2	642	661,64	12,865	1,944
2	583,1	596,5	610,4	610	590,7	598,14	11,992	2,005
3	756,9	918,9	697,5	943,5	809,6	825,28	104,869	12,707
4	797,5	854,7	849,6	834,7	807,3	828,76	25,398	3,065
5	1034,1	1010,4	1000	1026,5	988,5	1011,9	18,691	1,847
6	485,92	468,74	485,58	476,54	491,72	481,7	9,053	1,879
7	378,28	353,89	394,22	380,23	357,14	372,752	16,933	4,543
8	1877,2	1690,2	1913	1802,8	1744	1805,44	91,898	5,09
9	1138,1	1147,3	943,1	975,2	1079,1	1056,56	93,385	8,839
10	1654,7	1754,7	1420,9	1675,2	1350,7	1571,24	175,122	11,145
11	1610,7	1563,7	1572,2	1589,5	1643,8	1595,98	32,222	2,019
12	1517	1581,4	1588,6	1483,2	1561,4	1546,32	44,971	2,908



Graf č. 4 - Vyhodnocení pevnosti ve směru útku

Pevnost ve směru útku vychází u většiny vzorků obecně nižší než ve směru osnovy. Nižší pevnost je zapříčiněna častým použitím méně pevných nití při tvorbě útku. Nejnížší pevností disponují stejně jako v grafu č. 3 vzorky č. 1, 2, 6 a 7. Jde o vzorky dvouvrstvé pojené akrylátem. Nízká pevnost je tedy daná nízkou pevností pojiva a vlasu společně s poměrně malou zpevňovací podkladovou vrstvou. Nejvyšších čísel opět dosahují textilie z polyesterových tkanin z efektních přízí resp. žinylkových tkanin.

7.3 ZÁVĚRY Z NORMOVANÝCH ZKOUŠEK

Měřením bylo zjištěno, že pevnost je nejvyšší u tkanin vyrobených z efektních přízí resp. žinylkových tkanin. Je to dáno především použitým materiálem, kterým byl v tomto případě polyester a také hustotou provázání (dostavou). Vyšších pevností dosahovaly textilie ve směru osnovy. Důvodem je hustší dostava a také použití pevnějších materiálů ve směru osnovy. Textilie s nejnižší pevností byly vložkové textilie. Hlavním důvodem je skladba vrstvené textilie, kde ve spodní vrstvě je použita tkanina s nižším provázáním přízí, která slouží jako zpevňovací a podkladový materiál, na který pomocí akrylátového pojiva přichycena vrstva vlasu. Podkladová vrstva je tvořena ze směsi bavlny a polyesteru v plátnové vazbě a je v podstatě nositelem pevnosti textilie, avšak v poměru k ostatním dvěma vrstvám je zde v malém zastoupení. Hustota dostavy je vložkových vzorků malá. Z těchto důvodů dochází k malému protažení a brzkému přetržení.

Závěry tažnosti jsou obdobné jako u vyhodnocení pevnosti. Jako textilie s nejvyšší tažností byly vyhodnoceny tkaniny z efektních přízí resp. žinylkové tkaniny. Je to dáno materiálovým složením, kterým byl v tomto případě 100% polyester. Dalším faktorem byla také dostava textilií. Nejnižších hodnot dosahovaly vložkové textilie. Důvodem byla jako v případě pevnosti skladba a zpevnění vrstvené textilie. Tažnost vložkových textilií ovlivňují hlavně dvě základní vrstvy, kterými jsou podkladová a pojící vrstva. Podkladová vrstva je utkaná v plátnové vazbě ze směsi polyesterových a bavlněných vláken a slabou dostavou, což zpřičňuje její malou tažnost a pevnost. Pojící vrstva je vyrobená z akrylátu, který velkou tažností nedisponuje.

Na základě získaných hodnot byly vzorky rozděleny do dvou skupin. V první skupině byly textilie s pevností nižší než 700N. Druhou skupinu tvořily vzorky s pevností větší než 700N. Rozdělení bylo provedeno z důvodů nastavení parametrů jednoduchého zkoušecího zařízení. Podrobněji je postup návrhu popsán v kapitole č. (9.3).

Tabulka č. 6 - Textilie s pevností vyšší než 700N

Textilie s pevností vyšší než 700N								
Číslo vzorku	3	4	5	8	9	10	11	12
Pevnost po osnově [N]	2188,88	1911,56	1698,88	1164,92	1403,24	1288,34	1645,28	1832,1
Pevnost po útku [N]	825,28	828,76	1011,9	1805,44	1056,56	1571,24	1595,98	1546,32

Tabulka č. 7 - Textilie s pevností nižší než 700N

Textilie s pevností nižší než 700N				
Číslo vzorku	1	2	6	7
Pevnost po osnově [N]	637,04	617,94	615,18	392,45
Pevnost po útku [N]	661,64	598,14	481,7	372,752

Před samotným testováním byly vzorky rozděleny do dvou skupin. Rozdělení bylo provedeno v závislosti na pevnosti měřených textilií při přetrhu resp. maximální síly při přetrhu. Dalšími faktory ovlivňujícími rozdělení textilií byly také vývoj tahových křivek u jednotlivých vzorků a parametry testovaného přístroje. U čtyř textilií došlo k přetržení vzorku při silách nižších než 500N. Jednalo se o vzorky číslo 1, 2, 6 a 7. Naproti tomu u ostatních osmi vzorků docházelo k ustalování tahových křivek právě při síle rovné nebo vyšší než 500N. U vzorků s pevností při přetrhu nižší než 500N, probíhalo ustalování tahové křivky při síle rovné nebo vyšší než 300N viz příloha č. 1. Důležité pro výsledná data bylo provést měření právě ve fázi ustálení tahové křivky. Při síle napínání vzorku 500N by tak mohlo docházet u některých textilií k nežádoucímu přetržení. Takto provedené měření by pro porovnání tažností nemělo žádnou vypovídající hodnotu. Z těchto důvodů byly vzorky rozděleny do dvou skupin, kde se pro každou skupinu určila hodnota síly pro napínání vycházející z ustálené fáze jejich tahových křivek. Jelikož výrobce v průvodních listech textilií uvádí především hodnoty pevnosti při maximální síle, bylo potřeba pro budoucí práci s přístrojem provést rozdělení testovaných skupin na základě hodnot pevnosti při maximální síle. Pro textilie s pevností při přetrhu menší než 500N, byla podle naměřených hodnot určena hranice maximální pevnosti 700N. Textilie tak byly rozděleny do dvou skupin, kde v první skupině byly vzorky s maximální pevností nižší než 700N viz tabulka č. 7 a ve druhé skupině vzorky s pevností vyšší než 700N viz tabulka č. 6. První skupina tak byla zatěžována silou 300N a druhá skupina silou 500N.

8. NÁVRH JEDNODUCHÉHO TESTOVACÍHO ZAŘÍZENÍ

Návrh zkoušecího zařízení vycházel z požadavků firmy Aksamite s.r.o. Při konstrukci bylo využíváno především poznatků získaných během měření vzorků na normovaném trhacím zařízení. Důležitými faktory pro samotnou konstrukci byly také funkčnost výrobku, cena a snadná manipulace.

Na základě normovaných zkoušek byla u testovaných textilií naměřena pevnost při maximální síle v rozsahu 392,45N až 2188,88N ve směru osnovy a 372,75N až 1805,44N ve směru útku viz tabulka č. 4 a 5. Jelikož síle o velikosti 100N odpovídá zatížení o hmotnosti 10kg, vyjde rozsah vah, potřebných pro zatížení vzorků přibližně v rozpětí 39,2kg až 218,9kg ve směru osnovy a 37,2 kg až 180,5 kg. Namáhání vzorků takto vysokými vahami je v provozu bez použití hydraulických nebo pneumatických přístrojů nemožné. Jen těžko si jde představit ruční manipulaci se závažími o hmotnostech 30kg a více v provozu. Je také velice obtížné vyvinout potřebnou sílu v rozsahu pevností z tabulky č. 4 a 5 k otestování maximální pevnosti bez použití velkých, cenově nákladných a špatně manipulovatelných pneumatických zařízení, schopných zatížit testovaný vzorek v požadované síle v tomto případě maximálně 2188 N viz tabulka č. 5. Z těchto důvodů byl jako zatěžovací prvek vybrán menší pneumatický válec DNCB-32-100 od firmy Festo o průměru pístu 32mm viz obrázek č. 13, schopný pracovat při maximálním provozním tlaku 12bar. Nejvyšší síla byla proto omezena a nemohla u většiny vzorků dosáhnout maximálních hodnot pevnosti naměřených pomocí metody Strip. Tato limitace znemožnila měřit na tomto zařízení pevnost potahových materiálů a také pro zkoušení tažnosti musely být textilie testovány při síle 500N a 300N. Z tohoto důvodu byly vzorky rozděleny do dvou skupin, kde v jedné skupině byly vzorky s pevností nižší než 700N viz tabulka č. (7) a ve druhé vzorky s pevností vyšší než 700N viz tabulka č. (6). Hnací silou pístu byl vzduch hnaný do pneumatického válce kompresorem schopným vyvinout tlak až 11bar. K regulaci tlaku vyvíjeného na píst byl použit přepouštěcí ventil.

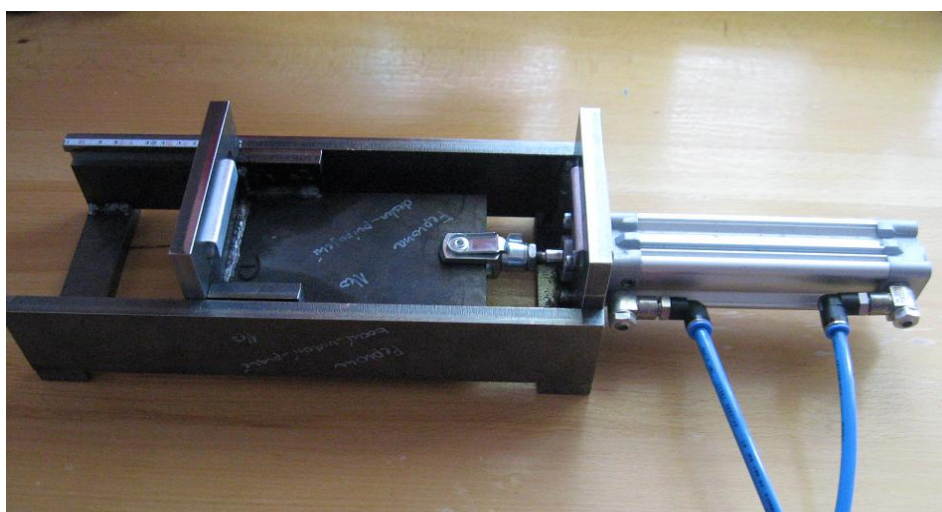
Konstrukce měřicího zatížení byla navržena na základě velikosti testovaného vzorku, potřebné snadné manipulace, ceny a praktických zkušeností s měřením na normovaném trhacím zařízení. Základem testovaného zařízení byly čtyři železné desky, z nichž dvě větší bočním sloužily jako vodící a zpevňovací prvek a prostřednictvím dvou menších byl vzorek upevněn a napínán. Jedna z menších desek byla pevně připevněna k bočním vodícím deskám a druhá deska byla pohyblivě upevněná v drážkách vytvořených

v bočních deskách. Velikost upínací délky byla nastavena na 200mm. Jedná se o stejnou délku, která je používána u zkoušky pevnosti vycházející z normy ČSN EN ISO 13934-1 Zjišťování maximální síly a tažnosti při maximální síle pomocí metody Strip. Vybrána byla proto, aby mohly být naměřené hodnoty dobře porovnány s výsledky normovaných zkoušek. Rozteč pevné a posuvné destičky, byla nastavena na základní poloze ve vzdálenosti 200mm. Rozsah posunu byl stanoven na 100mm a vycházel z naměřených hodnot prodloužení při síle 500N a 300N, kdy ani v jednom případě nebylo prodloužení větší než 40mm. Měření hodnot probíhalo na metru připevněném na vrchní straně jedné z bočních destiček.

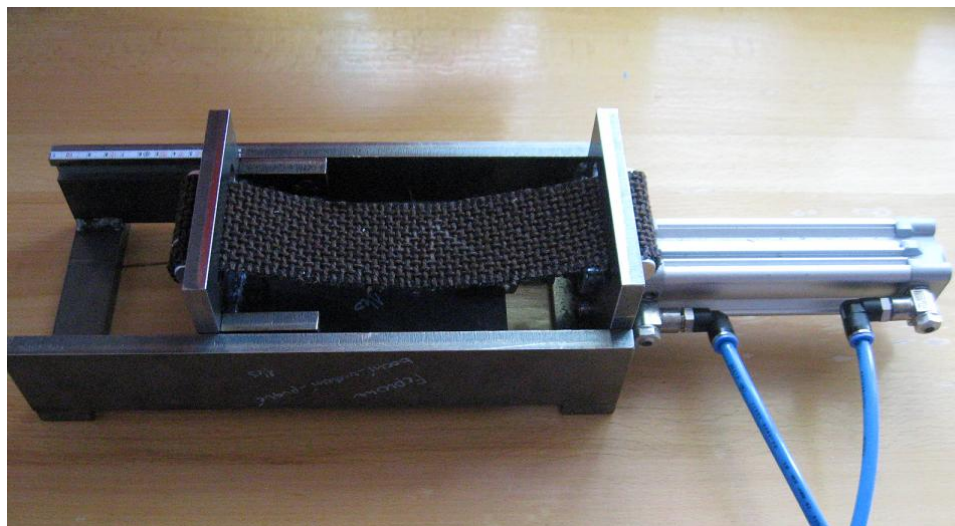
Upevnění vzorku bylo na rozdíl od normovaných zkoušek, kde jsou vzorky upevněny v čelistech, uskutečněno za pomoci kovových kamenů, které přesně zapadaly do otvorů vytvořených v menších destičkách. Zvyšováním síly docházelo konstrukcí kamenů k pevnějšímu uchycení zkoušeného vzorku.

8.1 POPIS JEDNODUCHÉHO TESTOVACÍHO ZAŘÍZENÍ

Jedná se o sestavu dvou svařených dílů. Jeden díl je základní, pevný, s možností upevnění k pracovní desce. Je s vyfrézovaným vedením pro pohyblivý díl a osazený pneumatickým válcem. Dále je pevný díl osazen měřítkem pro odečítání základní polohy a polohy po protažení při zatížení silou 300N a 500N.



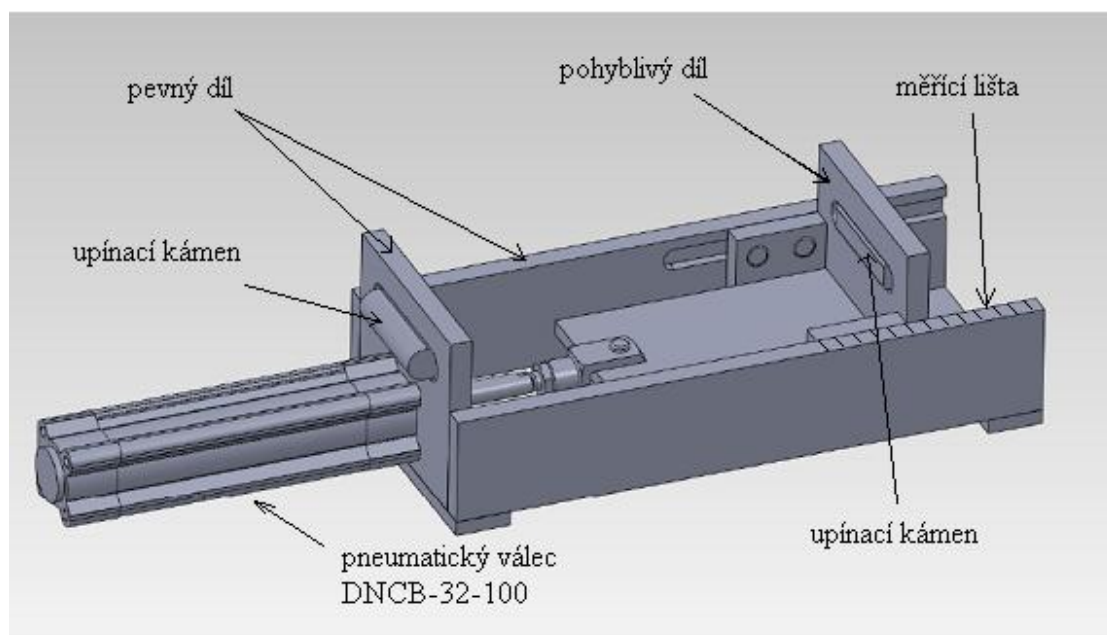
Obrázek č. 12 - Jednoduché měřicí zařízení v základní poloze



Obrázek č. 13 - Jednoduché měřicí zařízení se vzorkem textilie v základní poloze

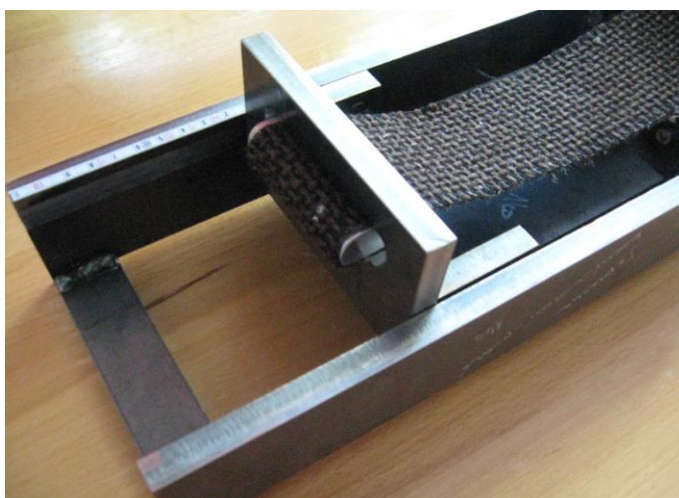
Druhý díl je pohyblivý ve vyfrézovaném vedení pevného dílu, ovládaný pístnicí pneumatického válce. Ve vedení pevného dílu se pohybuje po upevněných čepech, které také zachycují síly od klopného momentu, který vzniká při napínání vzorku látky.

Měřený vzorek tkaniny je do obou dílů vložen do tvarové drážky a zachycen upínacím kamenem, který spolu s tvarem drážky zajišťuje samosvorné upnutí vzorku. Schéma měřicího zařízení je vidět na obrázku č. 14.



Obrázek č. 14 - Schéma jednoduchého zkoušecího zařízení

Nevýhodou samosvorného upnutí pomocí upínacích kamenů je nutnost předeptnutí testované textilie z důvodů potřeby utažení kamenů v tvarové drážce. V případě požadavku lze využít upínacího kamene pouze na pohyblivém dílu přístroje a na pevném dílu využít pevných čelistí z vnější strany. V tomto případě by nebylo potřeba vzorek předeptávat, jelikož utažení kamene se vzorkem na pohyblivém dílu by bylo možné provést ručně před samotným testováním. Upínací čelisti na pevné dílu zařízení by byly svírány za pomoci dvou šroubů ručně a nedocházelo by k posunu testovaného vzorku. Tato varianta nebyla použita v následujících testech z důvodů větší finanční náročnosti.



Obrázek č. 15 - Upevnění vzorku pomocí upínacího kamene

8.2 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Jedním z hlavních parametrů jednoduchého testovacího zařízení byla konečná cena výrobku. Celkové ceně zařízení byly také podřízeny použité materiály a technologie. Aby bylo možné stanovit celkovou cenu testovacího zařízení bylo potřeba rozdělit ho do dvou částí. Testovací část se skládá ze samotného zkoušecího zařízení včetně pneumatického válce, který je pevně přidělaný ke konstrukci pevného dílu. Výrobní náklady zkušebního zařízení (tzn. pevný díl, pohyblivý díl a upínací kameny) viz obrázek č. 14 byly 1500 Kč. Cena zahrnuje náklady na materiál, jeho úpravu a kompletaci. Pneumatický válec od firmy Festo byl pro účely datování zapůjčen od pana Ing. Vladimíra Volka. Pneumatické zařízení je možné zakoupit za ceníkovou cenu firmy Festo 1650 Kč.

Hnací částí zařízení byl kompresor JUN-AIR 6-x dále hadičky, regulační ventily a přepouštěcí ventil. Hnací část zařízení byla kompletně zapůjčena rovněž panem Ing. Volkem. Cena všech komponentů hnací části zařízení byla stanovena na základě ceníku

firmy Festo na 30910 Kč. Celková cena výrobku byla tedy vypočítána na **34060 Kč**. V provozu firmy Aksamite už využívají kompresor s potřebným tlakovým rozpětím a nebylo by tedy potřeba jej kupovat. Tím by se celková cena zařízení snížila na **9060 Kč**.

Alternativou pro měření tažnosti by bylo zakoupení staršího trhacího zařízení, jehož cena by se v současné době pohybovala v rozmezí 80 – 200 tis. Cena normovaného trhacího zařízení byla odhadnuta na základě ceníkové nabídky firmy LabTech zabývající se prodejem zkušební techniky. Na základě výše uvedených údajů lze konstatovat, že byl splněn požadavek na návrh jednoduchého testovacího zařízení v přijatelné cenové hladině.

Tabulka č. 8 - Kalkulace ceny jednoduchého měřicího zařízení

Kalkulace jednoduchého měřicího zařízení		
Použitý díl	Množství v ks	Cena v Kč
Kompresor JUN-AIR 6-x	1	25000,-
Ruční ventil VHER - AH-M04C-G14-LD	1	2350,-
Redukční ventil LFR-1/4-D-MINI	1	1400,-
Škrťací ventil GRLA-1/8-B	2	800,-
Hadice 1m	3	90,-
Šroubení	3	120,-
Připojení ke kompresoru	1	1150,-
Pneumatický válec DNCB-32-100-PPV-A	1	1650,-
Konstrukce zkušecího zařízení	1	1500,-
Celková cena		34060,-
Celková cena bez kompresoru		9060,-

8.2 MANIPULACE

Příprava vzorků

Vzorky pro měření na jednoduchém zkušecím zařízení byly připraveny na základě normy ČSN EN ISO 13934-1 Zjišťování maximální síly a tažnosti při maximální síle pomocí metody Strip. Pro testování bylo vybráno 12 reprezentativních potahových textilií, se kterými má firma Aksamite s.r.o. problémy. U každé z dvanácti druhů textilie bylo testováno 5 vzorků ve směru osnovy a 5 vzorků ve směru útku za sucha. Vzorky nebyly klimatizovány.

Rozdělení vzorků na základě maximální pevnosti do dvou skupin, kde v první skupině byly vzorky s pevností nižší než 700N a ve druhé vzorky s pevností vyšší než 700N, bylo provedeno s ohledem na maximální pevnosti vzorků a také s přihlédnutím k vývoji tahových křivek viz příloha č. 1.

Mechanika zkoušení

Do pevné části přípravku se vloží zkušební pruh látky a zajistí se samosvorným kamenem. Pruh látky se lehce rukou napne, vloží se do pohyblivé části přípravku a zajistí samosvorným kamenem. Do pneumatického válce se přivede tlakový vzduch o tlaku 0,1 bar. Tím se dosáhne předepnutí tkaniny silou 8 N a vymezení všech vůlí v přípravku.

Odečte se hodnota na měřítku. Do pneumatického válce se přivede tlakový vzduch o tlaku 6,25 bar. Tím se dosáhne napnutí tkaniny silou 500 N a protažení tkaniny. Pro napnutí vzorku silou 300 N je potřeba tlakový vzduch o tlaku 3,75 bar. Výpočet hodnoty tlaku tlakového vzduchu vychází z rovnice č. 4 a 5. Hodnotu protažení se odečte na měřítku. Odpustí se tlakový vzduch a tkanina se vyjme uvolněním samosvorných kamenů. Při předepnutí je potřeba zohlednit počáteční (uchycenou, nepředepnutou) délku tkaniny a délku tkaniny při předepnutí. Výpočet pro výpočet celkového prodloužení s ohledem počáteční a předepnutou délku tkaniny vychází z rovnice č. 6.

Rovnice pro výpočet tlaku:

$$p = F \times S \quad (4)$$

p tlak v Pa

F síla v N

S plocha pístu v m²

Rovnice pro výpočet plochy pístu:

$$S = \frac{\pi \times d^2}{4} \quad (5)$$

d průměr pístu v m

S plocha pístu v m²

Rovnice pro výpočet prodloužení tkaniny při zatížení 500N nebo 300N v %

$$\Delta l_{\%} = 100 - (l_z + \Delta l_o) * (\Delta l - \Delta l_o) / l_z \quad (6)$$

l_z základní délka měřicího přípravku a základní délka měřené tkaniny
(200mm)

l_o délka tkaniny po předeptnutí silou 8 N

l délka tkaniny při zatížení silou 500N nebo 300N

$\Delta l_o = l_o - l_z$ prodloužení základní délky tkaniny

$\Delta l = l - l_z$ prodloužení základní délky tkaniny při zatížení silou 500N nebo 300N

8.3 VYHODNOCENÍ MĚŘENÍ NA JEDNODUCHÉM TESTOVACÍM ZAŘÍZENÍ

Vyhodnocení a porovnání naměřených hodnot z normovaných zkoušek a z jednoduchého měřicího zařízení bylo provedeno porovnáním rozptylů a středních hodnot. Jelikož během měření byly zkoušeny stejné materiály, avšak v každém ze dvou typů měření za jiných podmínek a pomocí různých testovacích zařízení, byl jako vhodný nástroj vybrán dvouvýběrový T-test viz níže. Aby bylo možné porovnat střední hodnoty dvouvýběrovým T-testem musí se nejdříve rozhodnout, zda pokusný zásah má vliv na proměnlivost (rozptyl σ^2) zkoumané náhodné veličiny. Pro porovnání rozdílů 2 rozptylů byl vybrán F-test viz níže. Vliv dvou faktorů na nezávisle proměnnou byl testován analýzou rozptylu dvojího třídění.

8.3.1 Použité metody vyhodnocení

Dvouvýběrový t-test

Dvouvýběrový t-test porovnává data, tvořená dvěma nezávislými výběry, tzn. že pocházejí ze **dvou různých skupin**. Typicky jde o porovnání hodnot pokusné skupiny (kde byl

aplikován pokusný zásah) a kontrolní skupiny (kde aplikace pokusného zásahu provedena nebyla).

Je testována **nulová hypotéza: $H_0: \mu_1 = \mu_2$** (střední hodnota μ_1 populace, ze které pochází pokusný výběr se rovná střední hodnotě μ_2 populace, ze které pochází kontrolní výběr).

Výpočet testu vychází z odhadů parametrů obou srovnávaných populací, tj. aritmetického průměru a výběrového rozptylu u pokusného a kontrolního výběru:

U výběrových souborů jsou vypočteny výběrové charakteristiky:

1. výběrový soubor (počet členů n_1) : \bar{x}_1, s_1

2. výběrový soubor (počet členů n_2) : \bar{x}_2, s_2

Protože testované soubory mohou pocházet z populací, které mají stejný nebo naopak různý rozptyl hodnot sledované veličiny, je nejprve nutno otestovat rozdíl rozptylů obou souborů (nulovou hypotézu $H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$) pomocí **F-testu**: [11]

F-TEST

Pro srovnání přesnosti měřících zařízení byl vybrán F-test (test rozdílu 2 rozptylů). Testem se rozhoduje, zda pokusný zásah má vliv na **proměnlivost** (rozptyl σ^2) zkoumané náhodné veličiny. Je důležitý i pro porovnání přesnosti dvou metod měření (např. srovnání přesnosti 2 přístrojů) [11].

V F- testu se testuje nulová hypotéza:

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

Výpočet F-testu vychází z dat dvou výběrových souborů, které jsou předmětem porovnávání. Jedná se o obvykle pokusný a kontrolní soubor. O každém z těchto souborů se předpokládá, že pochází z populace s Gaussovým normálním rozdělením s parametry μ a σ^2 :

Výběrový soubor 1: (n_1 členů) vybrán ze základního souboru s parametry μ_1 a σ_1^2

Výběrový soubor 2: (n_2 členů) vybrán ze základního souboru s parametry μ_2 a σ_2^2

Nejprve se vypočítají **výběrové rozptyly** s_1^2 (rovnice 7) a s_2^2 (rovnice 8):

$$s_1^2 = \frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n_1}}{n_1 - 1} \quad (7) \quad s_2^2 = \frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n_2}}{n_2 - 1} \quad (8)$$

Poté se stanoví počet stupňů volnosti u obou výběrů: $v_1 = n_1 - 1$ (pro s_1^2) a $v_2 = n_2 - 1$ (pro s_2^2) a vypočte se **testovací kritérium (statistiku) F** :

$$F = \frac{\text{větší z rozptylů } (s_1^2, s_2^2)}{\text{menší z rozptylů } (s_1^2, s_2^2)}$$

Následně se označí v_v jako počet stupňů volnosti většího z rozptylů a v_M jako počet stupňů volnosti menšího z rozptylů (označení bude důležité pro vyhledání kritické hodnoty ve statistických tabulkách).

Zvolí se hladina významnosti α a ve statistických tabulkách (Kvantily $F_{0,975}(v_v, v_M)$ Fisher-Snedecorova rozdělení) viz příloha č. 5 se vyhledá odpovídající kritická hodnota pro F -test:

$$F_{krit.} = 1 - \alpha/2 \text{ kvantil } F\text{-rozdělení o } (v_v, v_M) \text{ stupních volnosti}$$

Podle výsledku F -testu se zvolí odpovídající postup pro nepárový t -test:

a) **Je-li $F \leq F_{0,975}(v_v, v_M)$**

tzn., že platí $H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$. (Oba výběry tedy pocházejí z populací se shodným rozptylem).

Pro testování rozdílů středních hodnot se použije dvouvýběrový **t -test pro shodné rozptyly**:

$$t = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} * \frac{n_1 + n_2}{n_1 * n_2}}} \quad (9)$$

Pro $n_1 = n_2 = n$ platí: $\nu = (n-1) \cdot 2$

$$t = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sqrt{\frac{s_1^2 + s_2^2}{n}}} \quad (10)$$

b) **Je-li** $F > F_{0,975}(\nu_V, \nu_M)$

tzn., že neplatí nulová hypotéza $H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$. (Oba výběry tedy pocházejí z populací s různým rozptylem).

Pro testování rozdílu středních hodnot se použije dvouvýběrový **t-test pro různé rozptyly**:

$$t = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}} \quad (11)$$

Stupně volnosti pro t -test: (Pro $n_1, n_2 > 30$: $\nu = \infty$)

$$\nu = \frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1}\right)^2}{n_1 - 1} + \frac{\left(\frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{n_2 - 1}} \quad (12)$$

Pro $n_1 = n_2 = n$ platí :

$$t = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sqrt{\frac{s_1^2 + s_2^2}{n}}} \quad (13)$$

Vypočtená statistika t se porovná s tabulkovou kritickou hodnotou $t_{1-\alpha/2(v)}$, nalezenou podle daného v a zvolené hladiny významnosti α (0,05 nebo 0,01) - viz příloha č. 4:

Kvantily $t_{1-\alpha/2(v)}$ Studentova t -rozdělení:

- Je-li $t \leq t_{1-\alpha/2(v)} \Rightarrow$ statisticky **nevýznamný** rozdíl μ_1 a μ_2 při zvolené α (nezamítá se nulová hypotéza H_0 , tzn. že střední hodnota pokusného souboru se neliší od střední hodnoty kontrolního souboru).

Závěr: aplikovaný pokusný zásah byl neúčinný, protože nebyla ovlivněna střední hodnota pokusného souboru vlivem aplikace zásahu ve srovnání se střední hodnotou kontrolního souboru ($p > 0,05$).

- Je-li $t > t_{1-\alpha/2(v)} \Rightarrow$ statisticky **významný** rozdíl μ_1 a μ_2 (při $\alpha = 0,05$) nebo

statisticky **vysoce významný** rozdíl (při $\alpha = 0,01$)

(zamítá se nulová hypotéza H_0 , tzn. že střední hodnota pokusného souboru se liší od střední hodnoty kontrolního souboru).

Závěr: pokusný zásah byl účinný, protože způsobil změnu střední hodnoty u pokusného souboru vlivem aplikace pokusného zásahu ve srovnání se střední hodnotou kontrolního souboru ($p < 0,05$ resp. $p < 0,01$).[11]

ANALÝZA ROZPTYLU DVOJNÉHO TŘÍDĚNÍ (ANOVA)

Pokud se zkoumá vliv dvou a více faktorů působících na závisle proměnnou, hovoří se o **vícefaktorové analýze rozptylu**. Při tomto postupu se rozlišuje mezi hlavními efekty a efekty, které byly způsobeny interakcemi mezi faktory při působení na závisle proměnnou. **Hlavní efekt** je přímý efekt faktoru na závisle proměnnou. **Interakční efekt** představuje spojený efekt kombinace dvou nebo více faktorů na závisle proměnnou.

Nejjednodušším případem vícefaktorové analýzy rozptylu je **analýza rozptylu dvojného třídění** (two-way ANOVA), při níž se zkoumá vliv dvou faktorů na závisle proměnnou. Analýzou rozptylu dvojného třídění lze hodnotit tzv. blokové experimenty, při nichž se sleduje vliv určitého faktoru (označeného např. A), který plánovitě se mění, zatímco druhý faktor (označený jako B) se považuje za rušivý vliv, který se snažíme při

analýze oddělit od vlivu faktoru A. Proto se při provádění takového experimentu nejdříve sledované objekty (např. vzorky textilií) rozdělí do tzv. bloků podle úrovně faktoru B a uvnitř bloku se objekty náhodně přiřadí k úrovním faktoru A. Interpretace výsledků analýzy rozptylu pro dvojné třídění závisí silně na přítomnosti interakcí mezi faktory. Interakce představují jediný podstatný problém při zobecnění postupu analýzy rozptylu jednoduchého třídění pro použití při hodnocení působení více faktorů. Konečná interpretace výsledků analýzy rozptylu dvojného (i vícenásobného) třídění pak spočívá ve vyhodnocení vlivu kombinací hlavních a interakčních efektů působících v experimentu. Analýza rozptylu je pro víc než jeden znak značně výpočetně náročná metoda a je pro ni téměř vždy potřeba počítat se speciálním statistickým softwarem. [13]

8.3.2 Vyhodnocení T-testů

Vzorový výpočet pro vzorek č. 1 po osnově

Vzorový výpočet byl proveden pro vzorek č. 1 po osnově. Na základě dvou množin naměřených dat byla nejprve ověřována shodnost rozptylů pomocí F-testu a následně v závislosti na výsledku se pokračovalo v ověření shodnosti středních hodnot pomocí dvouvýběrového T-testu. Data pro výpočet vychází z tabulky č. 8.

V F- testu se testuje nulová hypotéza: $H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$

Tabulka č. 9 - Hodnoty tažnosti vzorku č. 1 po osnově při síle 300N na různých přístrojích

Tažnost při síle 300N [%] - vzorek č. 1 (osnova)		
Test č.	Nové zařízení	Normované zařízení
1.	5	4,673
2.	4,5	4,817
3.	4,75	4,786
4.	4,75	4,953
5.	5	4,791
průměr	4,8	4,804
rozptyl	0,0438	0,010

Z tabulky č. 8 vychází:

Výběrový soubor 1 (nové zařízení) : $v_1 = 4$, $s_1^2 = 0,0438$

Výběrový soubor 2 (normované zařízení): $v_2 = 4$, $s_2^2 = 0,010$

Následně bylo vypočítáno testovací kritérium $F = 4,38$. Zvolí se hladina významnosti α . Byla zvolena hladina významnosti $\alpha = 0,05$. Ve statistických tabulkách se vyhledá $F_{krit.}$ (Kvantily $F_{0,975}(v_1, v_2)$ Fisher-Snedecorova rozdělení) viz příloha č. 4. V tomto případě je $F_{krit.} = 9,605$.

$F < F_{krit.} \Rightarrow$ Zamítá se hypotéza H_0 .

Závěr: rozptyly obou souborů se statisticky liší (tj. výběry nepocházejí ze stejného základního souboru se společným rozptylem σ^2). ($p > 0,05$).

V T -testu se testuje nulová hypotéza:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

Z předešlého výpočtu se předpokládá, že rozptyly se statisticky významně liší: $\sigma_1 \neq \sigma_2$

Pro $H_A: \mu_1 \neq \mu_2$: $W = (-\infty; -t_{1-0,5\alpha}(m+n-2)) \cup (t_{1-0,5\alpha}(m+n-2); +\infty)$. V tabulkách Studentova rozdělení viz příloha č. 5 byly nalezeny hodnoty pro $t_{1-0,5\alpha}(m+n-2)$. Po dosazení hodnot vychází:

$$W = (-\infty; -2,31) \cup (2,31; +\infty)$$

Následně byla vypočítána hodnota argumentu T , kde $T = 0,039 \rightarrow T$ nenáleží W :

Nezamítá se H_0

Závěr: Střední hodnoty neměřených hodnot z normovaného zařízení a z jednoduchého měřicího zařízení se pro vzorek č. 1 ve směru osnovy významně neliší. Výsledky z provedené analýzy jsou zaznamenány v tabulce č. 10

Tabulka č. 10 - Výsledky T-testu pro vzorek č. 1

Vzorek č.	F-test	Dvouvýběrový T-test
1	Zamítá se H_0	Nezamítá se H_0

Závěry T-testu pro všechny vzorky jsou prezentovány v tabulkách č. 11 a 12. Pro získání závěrů byl použit stejný postup jako v případě vzorového příkladu. Všechny výpočty a konstrukce grafů byly prováděny v programu Matlab.

Vyhodnocení T-testu

Dvouvýběrový T-test byl prováděn vždy u každého vzorku ve směru osnovy a ve směru útku. Pro každý vzorek byly porovnávány sady naměřených hodnot na normovaném přístroji a na novém měřicím zařízení. Výsledky T- testů byly zaznamenány do tabulek č. 10 a 11. V obou tabulkách byly prezentovány výsledky F-testu a T-test stejnou formou jako v případě vzorového příkladu viz kapitola 7.3.2 Vyhodnocení T-testů. Data byla rozdělena do dvou tabulek, kde v tabulce č. 10 byly výsledky vzorků měřených po osnově a v tabulce č. 11 výsledky vzorků měřených po útku.

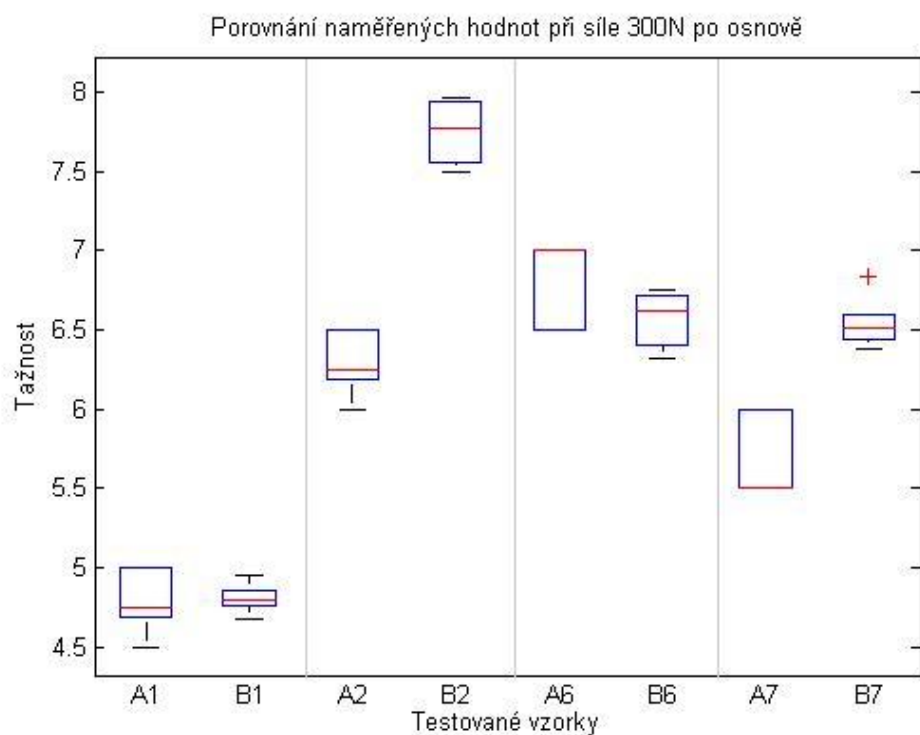
Tabulka č. 11 - Výsledky T-testů pro všechny vzorky po osnově

Vzorek č.	F-test	Dvouvýběrový T-test
1	Zamítá se H_0	Nezamítá se H_0
2	Nezamítá se H_0	Zamítá se H_0
3	Nezamítá se H_0	Zamítá se H_0
4	Zamítá se H_0	Zamítá se H_0
5	Nezamítá se H_0	Zamítá se H_0
6	Zamítá se H_0	Zamítá se H_0
7	Zamítá se H_0	Zamítá se H_0
8	Zamítá se H_0	Zamítá se H_0
9	Zamítá se H_0	Zamítá se H_0
10	Zamítá se H_0	Zamítá se H_0
11	Zamítá se H_0	Zamítá se H_0
12	Nezamítá se H_0	Zamítá se H_0

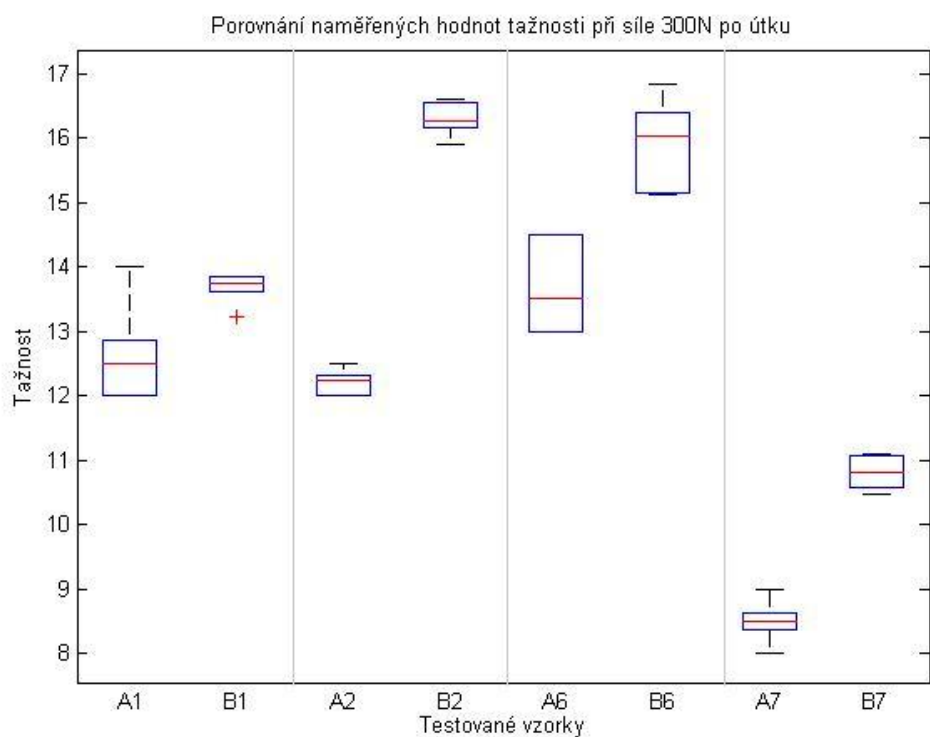
Tabulka č. 12 - Výsledky T-testů pro všechny vzorky po útku

Vzorek č.	F-test	Dvouvýběrový T-test
1	Zamítá se H_0	Zamítá se H_0
2	Nezamítá se H_0	Zamítá se H_0
3	Zamítá se H_0	Nezamítá se H_0
4	Zamítá se H_0	Zamítá se H_0
5	Nezamítá se H_0	Zamítá se H_0
6	Nezamítá se H_0	Zamítá se H_0
7	Nezamítá se H_0	Zamítá se H_0
8	Zamítá se H_0	Zamítá se H_0
9	Nezamítá se H_0	Zamítá se H_0
10	Zamítá se H_0	Zamítá se H_0
11	Nezamítá se H_0	Zamítá se H_0
12	Nezamítá se H_0	Zamítá se H_0

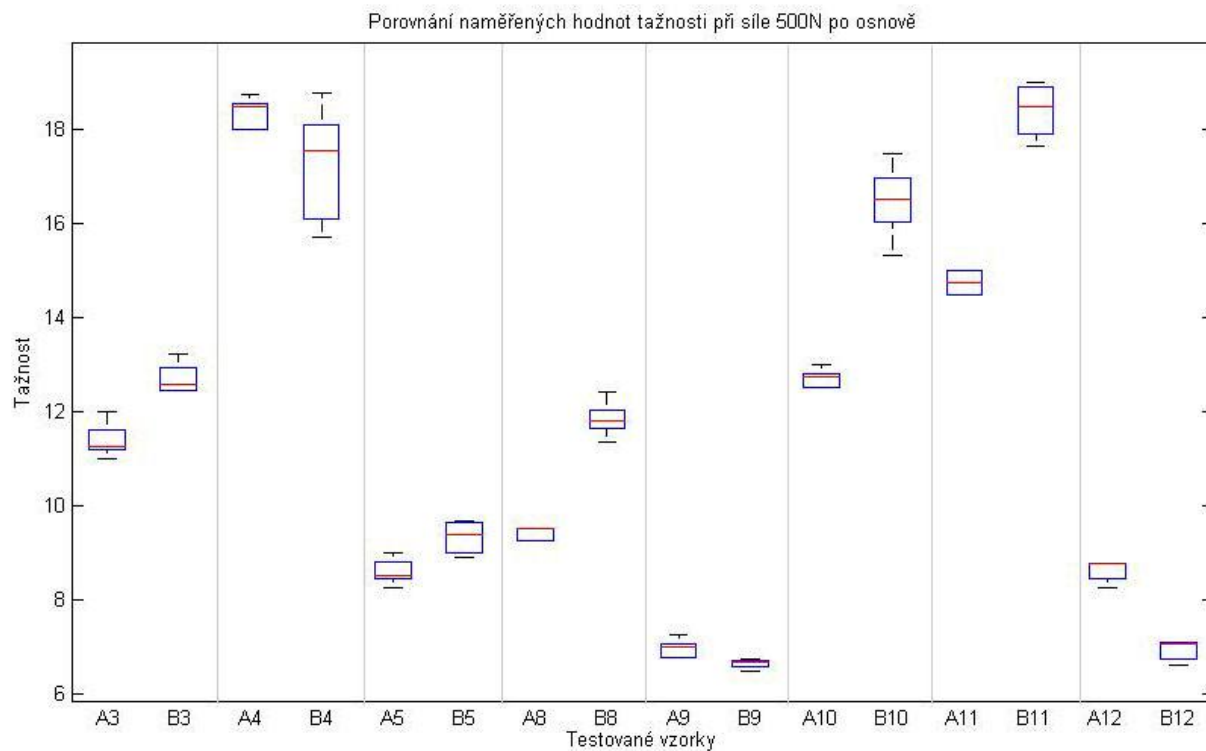
Z tabulek č. 11 a 12 je zřejmé, že výsledky T-testů byly ve většině případů negativního charakteru, to znamená, že pouze v případě vzorku č. 1 po osnově a vzorku č. 3 ve směru útku nebyla kladená hypotéza rovnosti středních hodnot zamítnuta. Pokud tedy ve většině případů zamítáme nulovou hypotézu H_0 , tzn., že střední hodnota pokusného souboru (jednoduché měřicí zařízení) se liší od střední hodnoty kontrolního souboru (normované zařízení), lze konstatovat, že použité metody měření se od sebe významně statisticky liší. Na základě těchto výsledků, se dá říci, že jednoduché měřicí zařízení a normované zařízení neměří stejně a je tedy potřeba zjistit, zda se jedná o konstantní odchylku v měření nebo jsou výsledky z jednoduchého měřicího zařízení nahodilé a tudíž v praxi nepoužitelné. Pro přehlednější zobrazení dat bylo využito krabicových grafů. Při prezentování hodnot pomocí grafů byly vzorky rozděleny do dvou skupin, kde se v první skupině nacházely vzorky měřené při pevnosti 300N a ve druhé skupině byly vzorky měřené při pevnosti 500N. Obě tyto skupiny byly posuzovány také s ohledem na směr napínání, tzn. po osnově a po útku. V grafech byly prezentovány dvojce krabicových grafů pro jeden vzorek, kde krabicové grafy pro měření na jednoduchém měřicím zařízení se označují písmenem **A** a grafy patřící normovanému zařízení písmenem **B**. Číslo za písmenem udává číslo vzorku. Pro vzorek číslo jedna, který byl měřený na jednoduchém měřicím zařízení, je logicky označení **A1**. Pro vzorek č. 1, který byl měřen na normovaném, přístroji je označení **B1**.



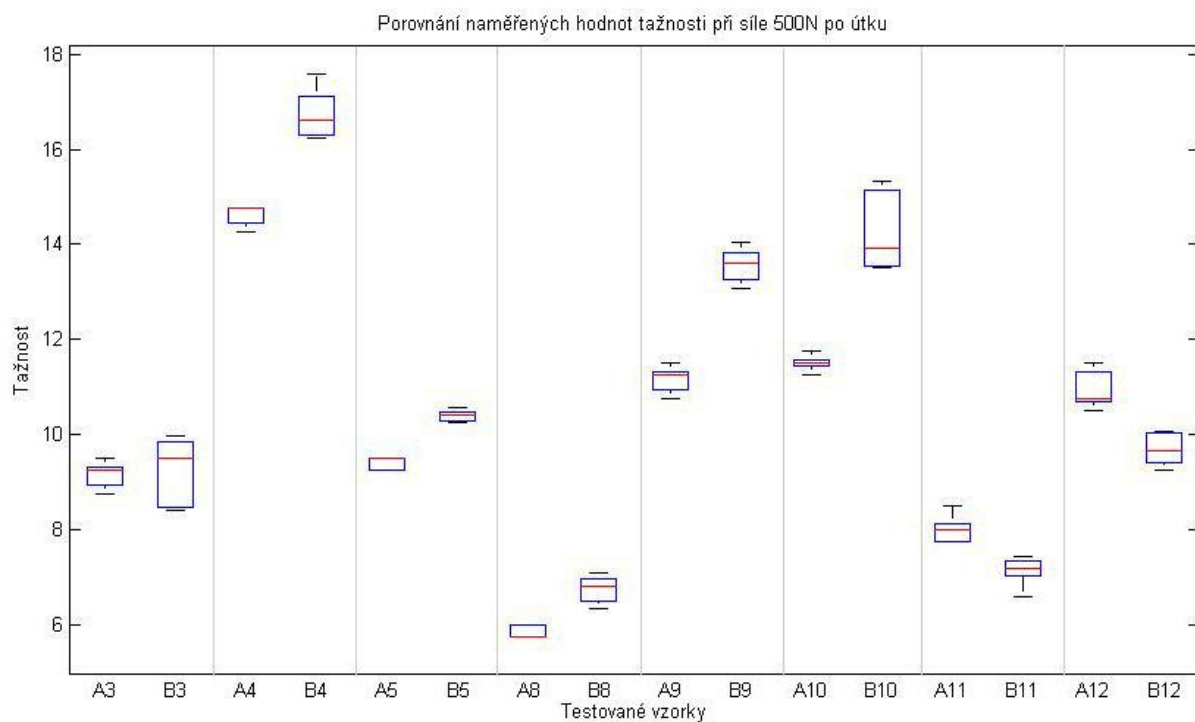
Graf č. 5 - Tažnost při síle 300N po osnově



Graf č. 6 - Tažnost při síle 300N po útku



Graf č. 7 - Tažnost při síle 500N po osnově



Graf č. 8 - Tažnost při síle 500N po útku

Porovnáním grafů č. 5, 6, 7 a 8 se potvrzují výsledky T-testů. Kromě vzorků č. 1 po osnově viz graf č. 5 a vzorku č. 3 po útku viz graf č. 8, je u všech testovaných dvojic vidět, že se statisticky liší. Výsledky indikují, že střední hodnoty nejsou stejné. Pro praktické využití jednoduchého měřicího přístroje je důležité o jakou hodnotu se porovnáváná data liší. Z grafů č. 5, 6, 7 a 8 je vidět že většině případů jsou hodnoty tažnosti naměřené na jednoduchém měřicím zařízení nižší v průměru o 2%. Ve třech případech a to u vzorků č. 11 a 12 vycházela tažnost v průměru o 1% vyšší, než byly výsledky normovaných zkoušek. Významně vybočující výsledky vykazovaly textilie č. 10 a 11 ve směru osnovy, kde rozdíl tažností činil téměř 4%. Příčinou vybočujících měření byly nejspíše chyby způsobené mechanikou zkoušení. V případě měření bez předpětí by nemuselo docházet k takto vysokým rozdílům. Na základě těchto výsledků by bylo vhodné pro měření s jednoduchým měřicím zařízením v provozu počítat s odchylkou v měření a to $\pm 2\%$ ve směru osnovy i útku. Je také zajímavé, že ke konstantnějším výsledkům docházelo více při zatížení vzorku silou 300N.

8.3.3 Vyhodnocení analýzy rozptylu dvojného třídění (Two-way ANOVA)

V kapitole vyhodnocení analýzy rozptylu dvojného třídění je nejdříve popsán postup výpočtu pro porovnání metod měření u vzorků testovaných při síle 300N po osnově viz tabulka č. 13. Dále jsou zde prezentovány výsledky ANOVY pro zbylé tři skupiny vzorků při síle 300N a 500N po osnově a po útku. Výsledky výpočtů a porovnání dvojic modelů jsou uspořádány v tabulkách. Výpočty byly prováděny v programu Matlab.

Při analýze rozptylu dvojného třídění se vycházelo z tabulky č. 12. Při tomto modelu je brána v úvahu i možnost vzájemného vztahu (společné působení) faktoru A (typ zkoušecího zařízení) a faktoru B (typ vzorku) na závisle proměnnou (tažnost).

Toto společné působení obou faktorů se nazývá **interakce**. Interakce je jev, při kterém kombinace úrovní faktorů může mít na výslednou hodnotu sledovaného znaku rozdílný účinek, než činí „prostý součet účinku každého faktoru uvažovaného zvlášť“. Používá se v případech, kdy nelze objasnit variabilitu x_{ij} pouze aditivním působením jednotlivých faktorů [13].

Tabulka č. 13 - Hodnoty tažnosti naměřené při síle 300N po osnově [%]

Test č.	Nové zařízení	Normované zařízení	
1	5	4,673	Vzorek č. 1
2	4,5	4,817	
3	4,75	4,786	
4	4,75	4,953	
5	5	4,791	
1	6	7,963	Vzorek č. 2
2	6,25	7,7755	
3	6,5	7,933	
4	6,25	7,494	
5	6,5	7,5755	
1	7	6,325	Vzorek č. 6
2	7	6,749	
3	6,5	6,6245	
4	7	6,7025	
5	6,5	6,427	
1	5,5	6,511	Vzorek č. 7
2	6	6,456	
3	6	6,8375	
4	5,5	6,376	
5	5,5	6,509	

V modelu s interakcí budeme předpokládat, že pro každou kombinaci úrovní (A_i , B_j) obou faktorů A a B máme k dispozici stejný počet p nezávislých pozorování.

Jednotlivá pozorování jsou rozdělena podle faktoru A do m tříd (řádků), podle faktoru B do n tříd (sloupců) a každá podtřída, ležící na průsečíku i -tého řádku a j -tého sloupce obsahuje p pozorování (x_{ij1} , x_{ij2} , ..., x_{ijp}).

Formulují se 3 hypotézy:

$$H_0^{(1)} : a_1 = a_2 = \dots = a_m = 0,$$

$$H_0^{(2)} : b_1 = b_2 = \dots = b_n = 0,$$

$$H_0^{(12)} : \bigcap_{i,j} b_{ij} = 0 \quad \text{pro } i = 1, 2, \dots, m; \quad j = 1, 2, \dots, n,$$

Interakce má tedy svoji nulovou hypotézu neboli uvádí, že mezi faktory A a B není žádný vztah. Aby se dalo prohlásit, že faktor A ovlivňuje cílovou proměnnou X, musí nutně platit hypotéza o přítomnosti interakce. Ta zaručuje, že efekt faktoru A na dané úrovni je stejný pro všechny úrovně faktoru B.

Výsledkem provedené analýzy v Matlabu je tabulka analýzy rozptylů viz tabulka č. 14, kde:

- **Znak (zdroj měnlivosti)** popisuje, který znak nebo kombinace znaků se zařazuje navíc oproti jednoduššímu faktoru.
- **Součet čtverců** vyjadřuje, o jaké číslo klesne ve složitějším modelu (po zařazení uvedeného znaku či kombinace) součet druhých mocnin odchylek od odhadnutých středních hodnot.
- **Stupně volnosti** vyjadřují, kolik parametrů navíc se ve složitějším faktoru používá.
- **F hodnota** je hodnota testového kritéria, které porovnává dvojici faktorů.
- **p hodnota** určuje, na jaké hladině významnosti je možné zamítnout hypotézu, že oba použité faktory jsou rovnocenné. Porovnává se s předem stanoveným číslem (nejobvykleji s 0,05 – hladina významnosti) a je-li menší, rovnocennost faktorů se zamítne.[12]

Tabulka č. 14 - Výsledky analýzy rozptylů dvojího třídění při síle 300N po osnově

ANOVA dvojího třídění při síle 300N po osnově				
Znak (zdroj měnlivosti)	Součet čtverců	Stupně volnosti	F hodnota	p hodnota
Typ zařízení	2,6412	1	59,41	$8,70157 \cdot 10^{-9}$
Typ vzorku	28,658	3	214,87	$2,82966 \cdot 10^{-21}$
Interakce	4,4946	3	33,7	$5,06445 \cdot 10^{-10}$
Chyba	1,4227	32	-	-
Celkem	37,2165	39	-	-

Pro interpretaci tabulky jsou nejdůležitější p hodnoty. Postupuje se zdola nahoru od nejsložitějšího faktoru a snažíme se dostat k co nejjednoduššímu. Znaky zastoupené v nejjednodušším použitelném faktoru se pak prohlásí za statisticky významné. V použitém příkladu je nejobecnější faktor s interakcemi. Nejbližší jednodušší model je aditivní (se sčítáním vlivů). Protože na řádku Interakce je p hodnota nižší než 0,05, nemohou se oba faktory považovat za rovnocenné a nelze přejít od faktoru s interakcemi k aditivnímu modelu. Použitá data prokázala, že interakce faktorů má významný vliv na měření, což znamená, že mezi faktory není žádný vztah. [12]

Tabulka č. 15 - Výsledky analýzy rozptylů dvojího třídění při síle 300N po útku

ANOVA dvojího třídění při síle 300N po útku				
Znak (zdroj mělnivosti)	Součet čtverců	Stupně volnosti	F hodnota	p hodnota
Typ zařízení	58,553	1	214,41	$9,77405 \cdot 10^{-16}$
Typ vzorku	159,538	3	194,73	$1,26009 \cdot 10^{-20}$
Interakce	11,73	3	14,32	$4,35067 \cdot 10^{-6}$
Chyba	8,739	32	-	-
Celkem	238,56	39	-	-

Tabulka č. 16 - Výsledky analýzy rozptylů dvojího třídění při síle 500N po osnově

ANOVA dvojího třídění při síle 500N po osnově				
Znak (zdroj mělnivosti)	Součet čtverců	Stupně volnosti	F hodnota	p hodnota
Typ zařízení	24,18	1	110,53	$1,41514 \cdot 10^{-15}$
Typ vzorku	1174,17	7	766,66	$3,70748 \cdot 10^{-59}$
Interakce	76	7	49,62	$1,83862 \cdot 10^{-23}$
Chyba	14	64		
Celkem	1288,35	79		

Tabulka č. 17 - Výsledky analýzy rozptylů dvojího třídění při síle 500N po útku

ANOVA dvojího třídění při síle 500N po útku				
Znak (zdroj měnlivosti)	Součet čtverců	Stupně volnosti	F hodnota	p hodnota
Typ zařízení	16,014	1	97,39	$1,77169 \cdot 10^{-14}$
Typ vzorku	643,098	7	558,71	$7,96128 \cdot 10^{-55}$
Interakce	39,539	7	34,35	$2,37937 \cdot 10^{-19}$
Chyba	10,524	64		
Celkem	709,175	79		

Provedené analýzy prokázaly, že mezi faktory není žádný vztah a to u všech testovaných skupin vzorků. Protože u všech skupin vzorků byla na řádku *Interakce* p hodnota nižší než 0,05 viz tabulka č. 14,15,16 a 17, nemohou se oba faktory považovat za rovnocenné a nelze přejít od faktoru s interakcemi k aditivnímu modelu. Testovaná data prokázala, že interakce faktorů má významný vliv na měření, což znamená, že mezi faktory není žádný vztah.

9. ZÁVĚR

Hlavním cílem této práce bylo navrhnout jednoduché měřicí zařízení pro měření tažnosti potahových textilií v provozu pro firmu Aksamite s.r.o. Liderovice a následně jeho funkčnost ověřit porovnáním naměřených hodnot s normovanými zkouškami. Návrh jednoduchého zařízení byl rozdělen do několika částí.

Cílem první části bylo rozebrat problematiku firmy Aksamite s.r.o. Liderovice. V poslední době řeší firma Aksamite problém s potahovými textiliemi, kdy u některých typů textilií dochází k nedostatečnému vytažení při potahování čalouněného nábytku, což může být zapříčiněno velikostí stříhových dílců. Výrobní resp. oddělovací proces stříhových dílců potahových textilií vychází z práce automatického řezacího systému, který zohledňuje vložené parametry potahových textilií. Důležitým parametrem je v tomto případě především tažnost vyřezávaného materiálu. Při tvorbě stříhových dílců firma Aksamite s.r.o. doposud nevyužívala softwaru pro zohlednění tahových vlastností vyřezávaných materiálů, jelikož nebyla schopna měřit potřebné parametry potahových textilií. Možnost měřit tažnost v provozu by tak pomohla využít naplno možnosti oddělovacího zařízení a tím také přesně určit velikost stříhového dílce.

V další části práce byla provedena rešerše týkající se problematiky potahování čalouněného nábytku. Prostudováním související literatury bylo zjištěno, že daná problematika není v odborných textech příliš rozebrána a je tedy velmi obtížné vyhledat relevantní informace týkající se popisované problematiky. Z tohoto důvodu je tato diplomová práce přínosem.

Aby bylo možné pochopit přesně práci s potahovými textiliemi ve výrobě jsou v této části práce také popsány hlavní procesy výroby stříhových dílců tzn. především oddělovací proces textilií s ohledem na výrobu ve firmě Aksamite s.r.o. Nechybí zde také podrobný popis průběhu normovaných zkoušek pro určení pevnosti a tažnosti u potahových materiálů.

V experimentální části bylo potřeba nejdříve provést normované zkoušky na dodaných potahových textiliích. Pro přehlednější orientaci v testovaných materiálech byl proveden stručný popis každého materiálu obsahující materiálové složení, plošnou hmotnost, velikost dostavy a typ textilie. Jednalo se o dvanáct různých tkanin, na kterých byly

následně provedeny normované zkoušky pomocí metody Strip pro zjištění pevnosti a tažnosti ve směru osnovy a útku. Měřením bylo zjištěno, že pevnost je nejvyšší u tkanin vyrobených z efektních přízí resp. žinylkových tkanin. Textilie s nejnižší pevností byly vložkové textilie. Výsledné hodnoty tažnosti byly obdobné jako u vyhodnocení pevnosti. Jako textilie s nejvyšší tažností byly vyhodnoceny tkaniny z efektních přízí resp. žinylkové tkaniny. Nejnižších hodnot tažnosti dosahovaly vložkové textilie. Na základě získaných hodnot byly vzorky rozděleny do dvou skupin. V první skupině byly textilie s pevností nižší než 700N. Druhou skupinu tvořily vzorky s pevností větší než 700N. Rozdělení bylo provedeno v závislosti na pevnosti měřených textilií při přetrhu resp. maximální síly při přetrhu, kdy u některých vzorků docházelo k přetrhu při síle menší než 500N a zároveň u některých tkanin se tahová křivka ustalovala při síle větší než 500N. Pro následné měření na jednoduchém měřicím zařízení tak musely být textilie rozděleny do dvou skupin, kde každá byla zatěžována jinou silou.

Návrh jednoduchého zkoušecího měřicího zařízení vycházel z požadavků firmy Aksamite s.r.o. Při konstrukci bylo využíváno především poznatků získaných během měření vzorků na normovaném trhacím zařízení. Konstrukce měřicího zařízení byla navržena na základě velikosti testovaného vzorku, potřebné snadné manipulace, ceny a praktických zkušeností s měřením na normovaném trhacím přístroji. Celková cena jednoduchého měřicího zařízení bez kompresoru, který již firma Aksamite s.r.o. vlastní, byla vypočítána na 9060 Kč. Alternativou pro měření tažnosti by bylo zakoupení staršího trhacího přístroje, jehož cena by se v současné době pohybovala v rozmezí 80 – 200 tis. Na základě ekonomické analýzy lze konstatovat, že byl splněn požadavek na návrh jednoduchého testovacího zařízení v přijatelné cenové hladině.

V závěru experimentální části bylo provedeno vyhodnocení a porovnání naměřených hodnot z normovaných zkoušek a z jednoduchého měřicího zařízení porovnáním rozptylů a středních hodnot výběrů. Výsledky T-testů byly ve většině případů negativního charakteru, to znamená, že pouze v případě vzorku č. 1 po osnově a vzorku č. 3 ve směru útku nebyla kladená hypotéza rovnosti středních hodnot zamítnuta. Lze tedy konstatovat, že použité metody měření se od sebe významně statisticky liší. Na základě provedené analýzy rozptylů dvojího třídění prokázala testovaná data, že interakce faktorů má významný vliv na měření, což znamená, že mezi faktory není žádný vztah.

Pro praktické využití jednoduchého měřicího přístroje je důležité o jakou hodnotu se porovnávají data liší. Na základě výsledků by bylo vhodné pro měření s jednoduchým měřicím zařízením v provozu počítat s odchylkou tažnosti $\pm 2\%$ ve směru osnovy i útku.

Závěrem lze konstatovat, že jednoduché měřicí zařízení je použitelné v provozu pro orientační zkoušky tažnosti avšak je potřeba počítat s výše uvedenou odchylkou. Požadavky na snadnou manipulaci, obsluhu a cenovou nenáročnost byly splněny.

Použitá literatura

- [1] PROKOPOVÁ, H., ŠTORK, V. *Čalouněn nábytek*. 1. Vydání. Brno: ERA group spol. s.r.o., 2006. 137 s. ISBN80-7366-053-9
- [2] UHLÍŘ, A., VLASÁK, J. *Technologie výroby nábytku III*. 2. Vydání. Praha: INFORMATORIUM spol.s.r.o., 1997. 239 s. ISBN 80-86073-04-1
- [3] ČSN EN ISO 13934-1: *Textilie – Tahové vlastnosti plošných textilií – Část 1: Zjišťování maximální síly a tažnosti při maximální síle pomocí metody Strip*. Praha: Česky normalizační institut, 1999. 16 s.
- [4] ČSN EN ISO 13934-1: *Textilie – Tahové vlastnosti plošných textilií – Část 2: Zjišťování maximální síly pomocí metody Grab*. Praha: Česky normalizační institut, 1999. 16 s
- [5] ČSN EN 14465: *Textilie – Potahové textilie – Specifikace a metody zkoušení*. Praha: Česky normalizační institut, 2004. 24 s
- [6] NAVRÁTIL, V. *Čalúnenie, časť 1*. Dotisk. Zvolen: Technická univerzita ve Zvoleně, 1994. 71 s. ISBN 80-228-0252-2.
- [7] DRÁPELA, J. PROKOPOVÁ, H. KRESSA, F. *Výroba čalouněného nábytku*. 1. Vydání. Praha: SNTL, 1987. 216 s.
- [8] KOŠKOVÁ, B. *Struktura a vlastnosti vláken*. 1. vydání. Liberec: Vysoká škola strojní a textilní v Liberci, 1989. 316 s. ISBN 80-7083-018-2.
- [9] PAŘILOVÁ, H. ŠTOČKOVÁ, H. *Textilní zbožížnalství – Bytové textilie*. Liberec: Technická univerzita Liberec, 2005. ISBN
- [10] Aksamite, dostupné z: <http://www.aksamite.cz> [cit 20.2.2012]
- [11] Veterinární a Farmaceutická univerzita Brno [online]. [cit 20.4.2012]. Dostupné z www: <http://cit.vfu.cz/stat/FVL/Teorie/Predn3/ttest.htm>
- [12] Wikipedie – otevřená encyklopedie[online]. [cit 20.4.2012]. Dostupné z www: http://cs.wikipedia.org/wiki/Anal%C3%BDza_rozptylu
- [13] Veterinární a Farmaceutická univerzita Brno [online]. [cit 20.4.2012]. Dostupné z www: <http://cit.vfu.cz/stat/FVL/Teorie/Predn3/ANOVA.htm>
- [14] MELOUN, M. MILITKÝ, J. *Statistické zpracování experimentálních dat - Sbírka úloh (s disketou)*. 1. Vydání. Pardubice: Univerzita Pardubice, 1996. 308 s. ISBN 80-7194-075-5

Seznam tabulek

- Tabulka č. 1 - Rychlost protažení nebo prodloužení
- Tabulka č. 2 - Tažnosti při přetrhu po osnově
- Tabulka č. 3 - Tažnosti při přetrhu po útku
- Tabulka č. 4 - Pevnost ve směru osnovy
- Tabulka č. 5 - Pevnost ve směru útku
- Tabulka č. 6 - Textilie s pevností vyšší než 700N
- Tabulka č. 7 - Textilie s pevností nižší než 700N
- Tabulka č. 8 - Kalkulace ceny jednoduchého měřicího zařízení
- Tabulka č. 9 - Hodnoty tažnosti vzorku č. 1 po osnově při síle 300N na různých přístrojích
- Tabulka č. 10 - Výsledky T-testu pro vzorek č. 1
- Tabulka č. 11 - Výsledky T-testů pro všechny vzorky po osnově
- Tabulka č. 12 - Výsledky T-testů pro všechny vzorky po útku
- Tabulka č. 13 - Hodnoty tažnosti naměřené při síle 300N po osnově [%]
- Tabulka č. 14 - Výsledky analýzy rozptylů dvojího třídění při síle 300N po osnově
- Tabulka č. 15 - Výsledky analýzy rozptylů dvojího třídění při síle 300N po útku
- Tabulka č. 16 - Výsledky analýzy rozptylů dvojího třídění při síle 500N po osnově
- Tabulka č. 17 - Výsledky analýzy rozptylů dvojího třídění při síle 500N po útku

Seznam obrázků

- Obrázek č. 1 - Výrobní závod firmy Aksamite s.r.o.
- Obrázek č. 2 - Sedací souprava firmy Aksamite s.r.o. ve výrobě
- Obrázek č. 3 - Sklad potahových textilií ve firmě
- Obrázek č. 4 - Základní vrstvy materiálu v čalounění
- Obrázek č. 5 - Příklad stříhového plánu celočalouněného křesla
- Obrázek č. 6 - Vrstvení textilních materiálů
- Obrázek č. 7 - Statický řezací systém DCS 2500
- Obrázek č. 8 - Multinástrojová hlava řezacího systému, pneumatický řezací strojek
- Obrázek č. 9 - Rozmístění zkušebních vzorků odebíraných z laboratorního vzorku
- Obrázek č. 10 - Průběh křivky pevnosti tkaniny
- Obrázek č. 11 - Trhací zařízení M350-5CT s upnutým vzorkem
- Obrázek č. 12 - Jednoduché měřicí zařízení v základní poloze
- Obrázek č. 13 - Jednoduché měřicí zařízení se vzorkem textilie v základní poloze

Obrázek č. 14 - Schéma jednoduchého zkoušecího zařízení

Obrázek č. 15 - Upevnění vzorku pomocí upínacího kamene

Seznam grafů

Graf č. 1 - Tažnost při přetrhu po osnově

Graf č. 2 – Vyhodnocení tažnosti při přetrhu po útku

Graf č. 3 - Vyhodnocení pevnosti ve směru osnovy

Graf č. 4 - Vyhodnocení pevnosti ve směru útku

Graf č. 5 - Tažnost při síle 300N po osnově

Graf č. 6 - Tažnost při síle 300N po útku

Graf č. 7 - Tažnost při síle 500N po osnově

Graf č. 8 - Tažnost při síle 500N po útku

Seznam příloh

Příloha č. 1 - Výsledky normovaných zkoušek pro 12 vzorků textilií

Příloha č. 2 – Schéma zapojení zkušebního zařízení pro účely průmyslového využití

Příloha č. 3 – Schéma zapojení zkušebního zařízení pro účely diplomové práce

Příloha č. 4 – Vzorkovník testovaných potahových textilií

Příloha č. 5 – Tabulka kvantilů Fisher - Snedecorova rozdělení

Příloha č. 6 – Technické výkresy jednoduchého měřicího zařízení